DO LOCAL AO GLOBAL



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES

ORGANIZAÇÃO

Lourenço Magnoni Júnior
Mario Andrés Salgado-Gálvez
José Mauro Palhares
Maria da Graça Mello Magnoni
Rubén Camilo Lois-González
Kohky Sefo Maria Barros
Edenilson Sebastião
Wellington dos Santos Figueiredo
Humberto Alves Barbosa
Luciana Resende Londe
Sofia Mello Magnoni

Organizadores

Lourenço Magnoni Júnior
Mario Andrés Salgado-Gálvez
José Mauro Palhares
Maria da Graça Mello Magnoni
Rubén Camilo Lois-González
Kohky Sefo Maria Barros
Edenilson Sebastião
Wellington dos Santos Figueiredo
Humberto Alves Barbosa
Luciana Resende Londe
Sofia Mello Magnoni

DO LOCAL AO GLOBAL
Mudanças climáticas e gestão de risco de desastres

1ª Edição

São Paulo
Centro Paula Souza
2025

Expediente:

Representante Especial do Secretário-Geral das Nações Unidas (SRSG) para Redução de Riscos de Desastres e Chefe do Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (UNDRR):
Kamal Kishore

Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe
Chefe:
Nahuel Arenas

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Diretor Superintendente:
Clóvis de Souza Dias

Vice-Diretor Superintendente:
Maycon Azevedo Geres

Coordenador do Ensino Médio e Técnico
Almério Melquíades de Araújo

Coordenadora do Ensino de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa
Juliana Augusta Verona

Coordenador de Ensino Superior de Graduação (CESU):
Robson dos Santos

Coordenadora de Formação Inicial e Educação Continuada
Marisa Souza

Coordenador da Assessoria de Inovação Tecnológica (INOVA Centro Paula Souza):
Kallil Galileu Antonio Jorge

Gestora do Núcleo de Inovação Tecnológica Inova Centro Paula Souza:
Simoni Maria Gheno

• Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho – Cabrália Paulista – SP
Diretor:
Daniel do Carmo de Camargo

• Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu – Bauru – SP
Diretora:
Fabiana Aparecida Menegazzo Cordeiro

• Faculdade de Tecnologia de Lins – SP
Diretor:
Luciano Soares de Souza

• Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – SP
Diretor:
Luiz Antônio Tozi

Secretaria de Políticas e Programas Estratégicos / Diretor do Departamento de Clima e Sustentabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)
Secretário:
Osvaldo Luiz Leal de Moraes

União Geográfica Internacional (UGI)
Presidenta:
Nathalie Lemarchand

Associação Espanhola de Geografia (AGE)
Presidente:
Jesús M. González Pérez

Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP (AGB/Bauru)
Diretor:
José Aparecido dos Santos

Instituto Superior Politécnico de N'dalatando (ISPNd) – Angola
Presidente:
João Francisco de Sousa Gaspar da Silva

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)
Diretora:
Regina Alvalá

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Coordenador:
Ricardo Domingos Luiz Pereira

Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)
Coordenador / Representante:
Humberto Alves Barbosa

Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP)
Coordenação:
Alexandre Luiz Rauber

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA):
Coordenador:
Cristiano Nunes Alves

Terra Indígena Kopenoti / Povo Terena – Avaí – SP
Cacique:
Edenilson Sebastião (Chicão Terena)

Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Bauru – SP
Coordenadora:
Rita Melissa Lepre

Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES) da ENSP/FIOCRUZ
Coordenador:
Carlos Machado de Freitas

Grupo de Ações Coordenadas em Riscos e Desastres (CEPED) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Coordenador:
Felipe Eugenio Kich Gontijo

Departamento de Física da Universidade de Aveiro – Portugal
Diretor:
João Miguel Dias

Programa de Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal da Universidade de Juiz de Fora – MG
Coordenadores:
Gislaine dos Santos
Jordan Henrique de Souza

Normatização bibliográfica:
Bibliotecária **Beatriz Andreotti dos Santos** (CRB-8/10592) – Centro Paula Souza – Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu - Bauru – SP

Revisão:
Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza / AGB/Bauru)
Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP Bauru / AGB/Bauru)
Wellington dos Santos Figueiredo (Centro Paula Souza / AGB/Bauru)

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa:
Nilton de Araújo Júnior

Ilustrações e fotos internas:
Creditadas nas próprias imagens

O conteúdo e opiniões expressas nos artigos são de inteira responsabilidade de seus autores.

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR. Direitos para esta edição foram cedidos pelos autores e organizador. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida oucompartilhada. Obra sem fins lucrativos e com distribuição gratuita. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Dados para catalogação

D631 Do local ao global : mudanças climáticas e gestão de risco de desastres [recurso eletrônico] / organizado por Lourenço Magnoni Júnior... [et. al.]. –– São Paulo: Centro Paula Souza, 2025.
884 p. : il.
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/DLAG2025/DLAG_1ed-2025.pdf
Inclui Bibliografia
ISBN: 978-65-87877-68-6
DOI: https://doi.org/10.57243/DLAG2025

1. Educação ambiental. 2. Geografia - Estudo e ensino. 3. Gestão ambiental. 4. Mudanças climáticas. 5. Desastres - Prevenção. 6. Avaliação de riscos ambientais. I. Magnoni Júnior, Lourenço. II. Título.

CDD 363.7
CDU 504.75

Beatriz Andreotti dos Santos – Bibliotecária – CRB 8/10592

ISBN 978-6-58787-768-6
9 786587 877686

Corpo Editorial:

Dr. **Alexandre Luiz Rauber** (Professor do Colegiado de Geografia do Campus Binacional da Universidade Federal do Amapá/UNIFAP e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO/UNIFAP – Macapá – AP / Brasil)

Drª. **Ana María Liberali** (Profesora de la Cátedra de Geografía Económica en Universidad de Buenos Aires / Argentina)

Dr. **Antônio Teixeira Guerra** (Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Coordenador do LAGESOLOS – Rio de Janeiro – RJ / Brasil)

M.Sc. **Alonso Brenes-Torres** (Professor da Universidade da Costa Rica – San José / Costa Rica)

Drª. **Belén Pérez Pérez** (Instituto de Desarrollo Regional – IDR da Universidad de Granada / Espanha)

Drª. **Carla Juscélia de Oliveira Souza** (Professora do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei – São João del-Rei – MG / Brasil)

Dr. **Carlos Machado de Freitas** (Pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro – RJ / Brasil)

Dr. **Cláudio Artur Mungói** (Faculdade de Letras e Ciências Sociais da Universidade Eduardo Mondlane – Maputo / Moçambique)

Dr. **David Stevens** (Resilient Expert) – Viena – Áustria)

Drª. **Débora Olivato** (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP / Brasil)

Dr. **Diamantino Pereira** (Professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP – São Paulo – SP / Brasil)

Dr. **Eduardo Soares Macedo** (Pesquisador Instituto de Pesquisas Tecnológicas – São Paulo – SP / Brasil)

Dr. **Eronildo Braga Bezerra** (Professor da Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM – Manaus – AM / Brasil)

Dr. **Eugenio Calei Lucamba** (Professor do Instituto Superior de Ciências da Educação de Huambo / Angola)

Dr. **Eymar Silva Sampaio Lopes** (Pesquisador Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos – SP / Brasil)

Dr. **Fábio Betioli Contel** (Professor do Departamento de Geografia da USP – São Paulo – SP / Brasil)

Dr. **Humberto Alves Barbosa** (Representante da EUMETSAT no Brasil e pesquisador do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites – LAPIS da UFAL – Maceió – AL / Brasil e Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)

Drª. **Irasema Alcántara-Ayala** (Professora e pesquisadora do Instituto de Geografia da Universidade Nacional Autônoma do México (UNAM) – Cidade do México / México)

Dr. **Jesús M. González Pérez** (Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras Universitat de les Illes Balears – Palma de Maiorca / Espanha)

Dr. **Jorge Olcina Cantos** (Universidade de Alicante – Alicante / Espanha)

Dr. **José Mauro Palhares** (Professor do Departamento de Geografia UNIFAP – Oiapoque – AP / Brasil)

Dr. **José Luiz Zezere** (Pesquisador do Centro de Estudos Geográficos, IGOT da Universidade de Lisboa / Portugal)

Dr. **Jurandyr Luciano Sanches Ross** (Professor do Professor do Departamento de Geografia da USP – São Paulo – SP / Brasil)

M.Sc. **Khokhy Sefo Maria Barros** (Professor do Instituto Superior Politécnico de N'dalatando / Angola)

Dr. **Ladislau Martin Neto** (Pesquisador da Embrapa Instrumentação – São Carlos – SP / Brasil)

Drª. **Luciana de Resende Londe** (CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais de São José dos Campos – SP / Brasil)

Dr. **Luciano Lourenço** (Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra / Portugal)

Dr. **Luciano Soares de Souza** (Centro Paula Souza / Faculdade de Tecnologia – Lins – SP / Brasil)

Dr. **Lucivânio Jatobá** (Departamento de Geografia da UFPE – Recife – PE / Brasil)

Dr. **Marcos David Ferreira** (Pesquisador da Embrapa Instrumentação – São Carlos – SP / Brasil)

Drª **María Laura Silveira** (Professora do Instituto de Geografia da Universidade de Buenos Aires / Argentina)

Dr. **Masato Kobiyama** (Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre – RS / Brasil)

Drª. **Monica Sanders** (JD, LL.M, Founder/CEO, The Undivide Project, Adjunct Professor of Law, Georgetown University Law Center; Affiliated Researcher, The Earth Commons, Georgetown University – Washington / EUA)

Dr. **Nahuel Arenas** (Chefe do Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres para as Américas e o Caribe – Cidade do Panamá / Panamá)

Dr. **Osvaldo Luiz Leal de Moraes** (Diretor do Departamento de Clima e Sustentabilidade da Secretaria de Políticas e Programas Estratégicos do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) – Brasília – DF / Brasil)

Dr. **Oswaldo Massambani** (Professor IAG/USP – São Paulo – SP / Brasil)

Drª **Rachel Trajber** (Pesquisadora do CEMADEN – São José dos Campos – SP / Brasil)

Dr. **Roberto Serrano Notivoli** (Professor do Departamento de Geografi a da Universidade Autônoma de Madrid / Espanha)

Dr. **Rubén C. Lois González** (Departamento de Geografía – Facultade de Xeografía e Historia Universidade de Santiago de Compostela / Espanha)

Dr. **Ruy Moreira** (Departamento de Geografia UFF – Niterói – RJ / Brasil)

Dr. **Sergio Luiz Dias Portella** (Pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro – RJ / Brasil)

Dr. **Wilson Tadeu Lopes da Silva** (Pesquisador da Embrapa Instrumentação – São Carlos – SP / Brasil)

Instituições parceiras:

AGB - Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Bauru

Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR)

PPGEO/UNIFAP - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

R-STAG - Grupo Assessor Regional de Ciência e Tecnologia

Aldeia Kopenoti - Povo Terena Terra Indígena Araribá - Avaí - SP

CPS - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Inova Centro Paula Souza

Faculdade de Tecnologia de Lins - SP

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - SP

Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho - Cabrália Paulista - SP

Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu - Bauru - SP

LAPIS/UFAL - Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites da Universidade de Alagoas

PPGDEB - Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica (PPGDEB) da UNE de Bauru – SP

ISPNd - Instituto Superior Politécnico de Ndalatando–Angola

UGI - União Geográfica Internacional

Instituições de apoio:

AGE - Asociación Española de Geografía

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Secretaria de Políticas e Programas Estratégicos / Departamento de Clima e Sustentabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Departamento de Física da Universidade de Aveiro – Portugal

EUMETSAT - Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

Universidade Federal de Juiz de Fora

Sumário

Prefácio **09**

Introdução **19**

Eixo Temático 1
Gestão de riscos, impactos e adaptação: as mudanças climáticas nos âmbitos local e global

Sugestões às comunidades locais sobre a gestão de risco de desastres com base em experiências in situ durante a tragédia de 2024 no Rio Grande do Sul **23**
Masato Kobiyama • Rossano Dalla Lana Michel • Caroline Hipólito Flores • Alessandro Gustavo Franck • Fernando Campo Zambrano

Emergência planetária: a importância da geoinformação no contexto do ODS 16 no Brasil **51**
Filipe Bellincanta de Souza

Contribuição do monitoramento orbital das queimadas na gestão territorial: panorama têmporo-espacial da região metropolitana da grande Vitória, Espírito Santo, Brasil **67**
André Luiz Nascentes Coelho • Thaís Batista Lovate • Fábio Luiz Mação Campos • Miquelina Aparecida Deina • James Rafael Ulisses dos Santos

Aquecimento global, cidade, arboviroses e percepção da população – um estudo de caso **86**
Lucas Carvalho de Souza • Bruno César dos Santos • Paulo Henrique de Souza

Expansão de áreas áridas no Brasil: as microrregiões dos Cariris no contexto das emergências climáticas **102**
Humberto Alves Barbosa • Catarina de Oliveira Buriti

Wild fauna present in the urban riverside landscape during the dynamics of the rise of the waters of the Jari River-AP **116**
Estela Carvalho da Silva • Nubia Caramello • Ananda da Silva Araújo

Bacia hidrográfica + resiliente em afogamento: uma necessidade na gestão de risco **132**
Antonio Shinda

Do local ao global - mudanças climáticas e gestão de risco de desastres **149**
Sofia Mello Magnoni • Maria da Graça Mello Magnoni

Eixo Temático 2
Educação, ciência, tecnologia, inovação, eventos climáticos extremos e sociedade sustentável

Interação social e comunicação sobre eventos climáticos extremos via boletim geográfico escolar **159**
Carla Juscélia de Oliveira Souza • Lucas Luan Giarola • Maria Clara Franco Sousa • Alícia de Oliveira Moreira Pereira

Construção do conhecimento científico, na meteorologia física e dinâmica: preparação de práticas letivas eficazes **178**
Carla Sofia Vigário • Inês Lucas de Sousa • Bárbara Ricou Carreiro

Joseph Campbell's monomyth and flood narratives: an analysis of the Vez river watershed **194**
Glória Gonçalves

Exemplos de imagens face às alterações climáticas, aquecimento global como pontes de estratégias de prevenção **209**
Mário Talaia

Desafios climáticos na agricultura: estudo sobre a influência climática no solo e na produção agrícola no sul e sudeste brasileiro **238**
Sabrina da Costa Gangá • Wellynne Carla de Sousa Barbosa • Bruna Pires dos Santos

Caminhos da construção de políticas públicas de educação em redução de riscos e desastres no contexto escolar **257**
Patricia Mie Matsuo • Sergio Luiz Damiati • Andréia Cristina Barroso Cardoso • Yara Araújo • Gleiciane Pismel • Cleonice Maria Beppler • Rachel Trajber • Jeniffer de Souza Faria

Mudanças climáticas globais: o papel do ensino de Geografia **274**
João Paulo Schultz • Francisco de Assis Mendonça

Comunidade virtual lusófona - intercâmbio cultural e científico - literacia científica climática no currículo e estratégias significativas de implementação na escola 286
Liliana Gomes • Nuno Agostinho • Mário Talaia • Mafalda Brás • Nuno Ferreira

Geografia e geotecnologias na educação básica: redução e mitigação de desastres por meio da prática educativa 306
Luis Roberto Rizzi Marraccini • Lourenço Magnoni Junior

Ensino de solos a partir de metodologias ativas de aprendizagem através de rotação por estações como estratégia de conscientização aos riscos de desastres na educação básica 334
Luana Nobrega Peres Rodrigues • Maria do Carmo Oliveira Jorge • Antonio Jose Teixeira Guerra • Ana Sofia Distler • Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva

Eixo Temático 3
A contribuição do conhecimento indígena e tradicional para o aprimoramento e desenvolvimento da política e da Ciência e Tecnologia para a gestão e redução do risco de desastres

Prevenção de desastres e sonhos para adiar o fim do mundo 355
Luciana R. Londe

Os impactos das mudanças climáticas: a seca dos rios na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, no município de Borba – Amazonas 370
Estélio Lopes Cardoso Munduruku • Priscila Coelho Cardoso Munduruku • Talita Cardoso Alves Munduruku • Adnilson de Almeida Silva

Apontamentos sobre as percepções relacionadas às mudanças e crises climáticas na Amazônia sul ocidental a partir dos olhares e perspectivas das populações locais 381
Adnilson de Almeida Silva • Suzanna Dourado da Silva • Hellen Vírginia da Silva Alves • Laura Dominic Gazzotto Soares de Almeida • Ellen Cristina Gazzotto Soares Almeida

O conhecimento ancestral dos povos originários em apoio ao enfrentamento da crise climática 404
Edenilson Sebastião

Eixo Temático 4
Impactos humanos no meio ambiente: desnaturalização de desastres e as mudanças climáticas

A relação entre a impermeabilização do solo e o aumento da frequência das inundações nas áreas urbanizadas 412
Rosangela do Amaral • Jurandyr Luciano Sanches Ross

Do refugo humano ao catastrofismo emancipatório: apontamentos sociológicos sobre emergências para além do clima 425
Norma Valencio

A contribuição do ensino de geografia para a gestão, prevenção e redução do risco de desastres 437
Wandreson José Rodrigues • Lourenço Magnoni Júnior

Desastres invisíveis: dengue, mudanças climáticas e a naturalização de uma crise no Brasil 468
Izabelle Cristina Gusmão da Silva • Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer • Léia Aparecida Veiga • José Mauro Palhares • Alexandre Luiz Rauber

Eixo Temático 5
Mudanças climáticas e desastres no mundo tropical e subtropical

Extremos de precipitação e desastres hidro-geo-meteorológicos no Brasil 487
Jose A. Marengo

Temperatura e aquecimento global no sul de Minas Gerais – um estudo de caso através de série temporal 506
Marcos Vinícius Brandão Mendes • Paulo Henrique de Souza

Tendências e anomalias da chuva na Amazônia Legal Brasileira de 1980 a 2020 522
Luiz Augusto Ferreira Monteiro • João Paulo Assis Gobo • Dorisvalder Dias Nunes • Michel Watanabe • Adnilson de Almeida Silva

Mudanças climáticas e seus impactos na erosão dos solos em países tropicais e subtropicais 537
Leonardo dos Santos Pereira • Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva • Yuri Luis Sena de Amorim • Antônio José Teixeira Guerra

As mudanças climáticas em Angola no contexto da Geografia Física: análise comparativa do índice de precipitação atmosférica da cidade do Huambo nos anos bissextos e não bissextos (2018-2024) 556
Eugénio Calei Lucamba • Domingos Fortunato Pascoal Félix da Silva

Análise da dinâmica oceânica e proliferação de algas: causas e efeitos das alterações climáticas na corrente marinha da costa angolana ... 582
Khokhy Sefo Maria Barros • José Tito Morais • António Estevão Costa Messias • Zulmira da Silva António Anato

Eixo Temático 6
Condicionantes político e socioeconômicos na redução de riscos de desastres

Reducción de riesgos de desastres en Paraguay: entre la utopía y la realidad 607
Angelina Trinidad-Da Silva

Eixo Temático 7
O protagonismo das mulheres na organização de comunidades atingidas por eventos climáticos extremos

The leading role of women in community organizing affected by extreme weather events 626
Monica Sanders

Eixo Temático 8
Governança, políticas públicas nacionais e internacionais para a redução dos riscos de desastres

Governança climática no Brasil: políticas públicas e gestão integrada de riscos 646
Karoline Fernandes Pinto Lopes • Délton Winter de Carvalho

A (co)produção dos bens e serviços públicos no contexto de clima e desastres: o papel do Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CIGERD do estado de Santa Catarina, Brasil 662
Filipe Bellincanta de Souza

A educação ambiental e a crise climática: a governança democrático-participativa como instrumento de prevenção de desastres 679
Nilton José Capelozza • Matheus Stangherlin • Camilo Stangherlim Ferraresi • Lourenço Magnoni Junior

O censo rural paulista e as principais ocupações agrícolas de São Paulo ao longo de 20 anos 696
Antoniane Arantes de Oliveira Roque • Antonio Lopes Júnior

Modelos de processos e sistema heterárquico em operações humanitárias 739
Fabiana Santos Lima • Felipe Eugenio Kich Gontijo • Júlia Bromer

Programa de análise da resiliência a desastres: sinergias institucionais para impulsionar a mentoria e a construção de planos locais de resiliência 749
Gislaine dos Santos • Jordan Henrique de Souza • Natália Boliano Gonçalves

Eixo Temático 9
O planejamento e a gestão territorial em multiescala para a redução do risco de desastres

Localização de múltiplas centrais de alívio para atendimento a situações de desastre na região administrativa do Vale do Paraíba 771
Gustavo Rodrigo Morais Araújo • Vera Lúcia Monteiro • Marcus Vinicius do Nascimento • Nilo Jeronimo Vieira

Segregação socioespacial: a localização geográfica das praças no espaço urbano de Ponta Grossa-Paraná 784
Adriana Aparecida de Andrade Cham • Edson Belo Clemente de Souza

Desastres por inundações no Brasil: análise temporal e perspectivas futuras em um contexto de mudanças climáticas 812
Thaís Batista Lovate • André Luiz Nascentes Coelho

Aplicação da tríade epidemiológia na análise das mortes por afogamento em três bacias hidrográficas em três estados do Brasil 827
Antonio Schinda

Botucatu: município mais resiliente em afogamento 837
Claudenir de Jesus Celestino

Equipamentos urbanos em Uvaranas, Ponta Grossa, PR: análise da distribuição a partir dos raios de abrangência 847
Nisiane Madalozzo • Maria Eduarda Martins • Maria Eduarda Pauliki

Escassez hídrica e estratégias de redução de risco de desastres em bacias hidrográficas por meio da abordagem nexo água-energia-alimentos-clima 864
Virginia Grace Barros • Icaro Yuri Pereira Dias • Felipe Eugenio Kich Gontijo

Sobre os organizadores 882

Prefácio *(Português-Br)*

A publicação do e-book "Do Local ao Global: Mudanças Climáticas e Gestão de Risco de Desastres" fornece uma análise abrangente das mudanças climáticas e da gestão de riscos de desastres em um momento em que a ação climática é crucial para a sobrevivência da humanidade.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) destacou, em uma publicação recente (Estado do Clima 2024 – Atualização para a COP29), que o período de 2015 a 2024 foi a década mais quente já registrada, com aceleração da perda de gelo das geleiras, aumento do nível do mar e crescimento do calor oceânico. Além disso, a NASA também verificou que 2024 foi o ano mais quente já registrado, observando que, por mais da metade do ano, as temperaturas médias ficaram acima de 1,5°C do nível pré-industrial. O Serviço de Mudança Climática Copernicus (C3S) também confirmou que 2024 foi o primeiro ano calendário em que a temperatura média global ultrapassou 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

Esse aumento alarmante se reflete em um número crescente de eventos que podem ser atribuídos às mudanças climáticas. Em 2024, podemos destacar:

• A Austrália experimentou seu segundo verão mais quente já registrado em 2024-25, com temperaturas 1,89°C acima da média de longo prazo, ressaltando a influência das mudanças climáticas nos padrões climáticos regionais;

• Em fevereiro de 2024, a tempestade Éowyn atingiu a Irlanda com ventos recordes de 184 km/h, causando danos significativos no valor de €200 milhões e deixando 768.000 edifícios sem energia elétrica. Este evento sem precedentes destacou a crescente vulnerabilidade da Irlanda a eventos climáticos extremos devido às mudanças climáticas;

• Secas na África: várias regiões do continente sofreram graves secas em 2024, levando à escassez de água e à redução da produção agrícola. Essas secas foram associadas às mudanças nos padrões de precipitação causadas pelas mudanças climáticas;

• No Brasil, as inundações de 2024 no Rio Grande do Sul foram fortemente ligadas às mudanças climáticas, que aumentaram a probabilidade de eventos extremos de chuvas. A situação foi agravada pelo fenômeno El Niño e pela falta de medidas preventivas adequadas, resultando em um dos desastres mais severos da história recente do Brasil.

A necessidade urgente de ação climática

Para enfrentar esse desafio, do ponto de vista da gestão de riscos de desastres, é fundamental intensificar a ação climática global e, ainda mais importante, localmente, abrangendo diversas atividades, incluindo: 1. A necessidade de reagir rapidamente aos impactos dos eventos climáticos (Resposta a emergências). 2. A importância de focar na gestão do risco como primeiro passo para a construção de resiliência climática (Governança de riscos). 3. A necessidade de informações oportunas e atualizadas, bem como a necessidade de monitorar o progresso (Informação e monitoramento de riscos). 4. A necessidade de construir a resiliência das comunidades vulneráveis através de medidas corretivas, bem como construir a resiliência da comunidade e diversificar os meios de subsistência (Resiliência comunitária). 5. A necessidade de contribuir para a agenda mais ampla das alterações climáticas, visando ações que contribuam e que sejam sustentáveis, inclusivas, resilientes e adaptáveis às alterações climáticas e aos

seus impactos, especialmente a ação climática a nível local (Construção da resiliência climática), e 6. A necessidade de desenvolver capacidades em nível nacional e local, além de fortalecer as instituições responsáveis por liderar essa transformação (Capacitação e fortalecimento institucional).

Exemplos de atividades para estas áreas de ação climática são amplamente abordados nesta publicação que traz um total de 47 capítulos, escritos por mais de 115 autores colaboradores e apresentando coletivamente passos a serem seguidos que certamente contribuiriam para o aumento necessário na ação climática, incluindo:

• Mudanças Climáticas e Gestão de Riscos de Desastres – Muitos dos capítulos de pesquisa abordam como as mudanças climáticas intensificam desastres cotidianos como inundações, secas e temperaturas extremas, com foco em estratégias de adaptação local e global;

• Educação, Ciência e Envolvimento Comunitário – Muitas das contribuições ressaltam a importância da educação, da conscientização pública e dos avanços científicos (como dados geoespaciais e sensoriamento remoto) e a liderança de comunidades locais na preparação para desastres e na mitigação de riscos;

• Conhecimento Indígena e Tradicional – Ao longo de vários estudos a importância dos sistemas de conhecimento local e indígena na resiliência a desastres, na gestão sustentável do território e nas estratégias de adaptação climática é reconhecida;

• Fatores Humanos e Políticos nos Riscos de Desastres – Vários capítulos ressaltam a realidade que urbanização, desmatamento e má gestão territorial contribuem para os desastres climáticos, enquanto ressaltam o papel da governança e das políticas públicas e socioeconômicas na redução de riscos;

• Abordagens Regionais e Globais para a Governança Climática – Vários temas são abordados apresentando estudos de caso de regiões tropicais e subtropicais, destacando planejamento em múltiplas escalas, acordos internacionais e o papel das mulheres na resposta a desastres e resiliência comunitária.

Papel fundamental dos governos locais e comunidades

Refletindo mais sobre a necessidade central de fortalecer a resiliência comunitária e promover a resiliência climática a nível local, os capítulos demonstram a liderança essencial dos governos locais na gestão de riscos climáticos e de desastres, incluindo:

• Papel fundamental na preparação e resposta – Os governos locais lideram a gestão do risco de desastres, implementando planos de preparação, coordenando com as agências e garantindo que as políticas estejam alinhadas com as estruturas nacionais e globais;

• Envolvimento comunitário e resiliência – Fortalecimento da liderança local e envolver as comunidades por meio de educação, programas de conscientização e iniciativas de voluntariado que melhorem a resposta e a recuperação de desastres;

• Integração do conhecimento tradicional e científico – Experiência indígena e local em alerta precoce e gestão sustentável de terras, combinada com dados científicos, garantindo que tenhamos estratégias eficazes de adaptação climática;

• Infraestrutura e planejamento urbano – Aplicar códigos de construção, infraestrutura verde e regulamentações de zoneamento conscientes do clima, contribuindo para eliminar ou reduzir riscos de desastres em áreas vulneráveis;

• Desafios e inovações – As restrições financeiras, o compromisso político e o acesso à tecnologia têm impacto na governação local. As iniciativas bem-sucedidas devem incluir o orçamento participativo, sistemas de alerta precoce e parcerias com ONGs e universidades.

Encorajo os leitores a explorarem esta publicação e aprenderem com suas valiosas contribuições, e depois refletirem sobre os desafios futuros os seus papéis individuais na concepção e implementação de ações climáticas eficazes, e a trabalharem no sentido de serem a mudança que desejam ver**.**

Lembre-se: *"As pessoas que são loucas o suficiente para pensar que podem mudar o mundo são as que realmente o fazem"* – Steve Jobs.

Dr. ***David Stevens*** **–** *Profissional independente da área de adaptação às mudanças climáticas e redução do risco de desastres especificamente no alinhamento de políticas e programas de desenvolvimento nacionais e locais, tendo trabalhado em todas as regiões globais pelas Nações Unidas inclusive recentemente como chefe do escritório de Bonn da UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction), sendo responsável pelo estabelecimento do monitoramento global da implementação do Marco de Sendai de Redução do Risco de Desastres e coordenação da agenda climática e redução do risco de desastres. Atualmente atua como Especialista Independente da UNFCCC (Grupo Técnico de Especialistas de Gerenciamento Compreensivo de Riscos do Mecanismo Internacional de Varsóvia de Perdas e Danos).*

Preface *(English)*

The publication of the e-book "From Local to Global: Climate Change and Disaster Risk Management" provides a comprehensive analysis of climate change and disaster risk management at a time when climate action is critical for humanity's survival.

The World Meteorological Organization (WMO) highlighted in a recent publication (State of the Climate 2024 - Update for COP29) that the period from 2015 to 2024 was the warmest decade on record, with accelerating loss of ice from glaciers, rising sea levels, and increasing ocean heat content. Furthermore, NASA also verified 2024 as the warmest year recorded, noting that for more than half of the year, average temperatures were over 1.5°C above the baseline and the Copernicus Climate Change Service (C3S) confirmed that 2024 was the warmest year on record globally and the first calendar year where the average global temperature exceeded 1.5°C above pre-industrial levels.

This alarming increase is reflected in an increasing number of events that can be attributed to climate change. In 2024 we can single out:

• Australia experienced its second-hottest summer on record in 2024-25, with temperatures 1.89°C above the long-term average, underscoring the influence of climate change on regional weather patterns.

• In February 2024, Storm Éowyn struck Ireland with record-breaking 184 km/h winds, causing significant damage amounting to €200 million and leaving 768,000 buildings without power. This unprecedented event underscored Ireland's increasing vulnerability to extreme weather due to climate change.

• Droughts in Africa: Several regions in Africa experienced severe droughts in 2024, leading to water shortages and reduced agricultural yields. These droughts were linked to changing precipitation patterns associated with climate change.

• In Brazil the 2024 floods in Rio Grande do Sul were closely linked to climate change, which has increased the likelihood of extreme rainfall events. The situation was exacerbated by the El Niño phenomenon and a lack of adequate preventive measures, leading to one of the most severe disasters in Brazil's recent history.

The urgent need for climate action

From a disaster risk perspective, in order to be able to address the challenge, there is an urgent need to step-up, both globally but more important locally, climate action covering a wide range of activities including: 1. The need to respond quickly to the impacts of climate-related events (Emergency Response); 2. The need to focus on risk as a first step towards building climate resilience (Risk Governance); 3. The need for timely and up-to-date information as well as the need to monitor progress (Risk Information and Monitoring); 4. The need to build the resilience of vulnerable communities through corrective measures, as well as building community resilience and diversifying livelihoods (Community Resilience); 5. The need to contribute to the wider climate change agenda aiming at actions that contribute and which are sustainable, inclusive, resilient and adaptive to climate change and its impacts, particularly climate action at the local level (Climate Resilience Building), and 6. The need to build capacities at both the national and local levels as well as strengthen the institutions leading this change (Capacity Building and Institutional Strengthening).

Examples of activities for these climate action areas are well covered in this publication which brings a total of 47 chapters, written by well-over 115 contributing authors and collectively indicating steps forward that would certainly contribute to the needed increase in climate action, including:

• Climate Change and Disaster Risk Management – Many research chapters cover how climate change intensifies everyday disasters like floods, droughts, and extreme temperatures, with a focus on adaptation strategies at local and global levels;

• Education, Science, and Community Involvement – Many contributions emphasize the role of education, public awareness, and scientific advancements (e.g., geospatial data, remote sensing) and the leadership of local communities in disaster preparedness and risk mitigation;

• Indigenous and Traditional Knowledge – Across several studies the importance of indigenous and local knowledge systems in disaster resilience, sustainable land management, and climate adaptation strategies, is recognised;

• Human and Political Factors in Disaster Risks – A number of chapters bring us to the reality that urbanization, deforestation, and poor land management all contribute to climate-related disasters, while highlighting the role of governance, policy, and socioeconomics in risk reduction;

• Regional and Global Approaches to Disaster Governance – A number of topics are covered bringing case studies from tropical and subtropical regions, highlighting multi-scale planning, international agreements, and the role of women in disaster response and community resilience.

Key role of local governments and communities

Reflecting further on the central need to strengthen community resilience and build climate resilience at the local level, the chapters demonstrate the vital leadership that local governments have in climate change and disaster risk management, including:

• Key Role in Preparedness and Response – Local governments lead disaster risk management by implementing preparedness plans, coordinating with agencies, and ensuring policies align with national and global frameworks;

• Community Engagement and Resilience – Strengthening local leadership and involving communities through education, awareness programs, and volunteer initiatives that enhance disaster response and recovery;

• Traditional and Scientific Knowledge Integration – Indigenous and local expertise in early warning and sustainable land management, combined with scientific data, ensuring we have effective climate adaptation strategies;

• Infrastructure and Urban Planning – Enforcing climate-conscious building codes, green infrastructure, and zoning regulations, contributing to eliminating or reducing disaster risks in vulnerable areas;

• Challenges and Innovations – Financial constraints, political commitment, and access to technology impact local governance. Successful initiatives must include participatory budgeting, early warning systems, and partnerships with NGOs and universities.

I encourage readers to explore this publication and gain insights from its valuable contributions, then reflect on the challenges ahead, your individual roles in designing and implementing effective climate actions, and work towards being the change you want to see.

Remember: "*The people who are crazy enough to think they can change the world are the ones who do*" – Steve Jobs.

Dr. ***David Stevens –*** *Independent climate change adaptation and disaster risk reduction professional specifically in the alignment of national and local development policies and programmes, having worked in all global regions for the United Nations, including most recently as Head of the Bonn office of the UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction), being responsible for establishing the global monitoring of the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction and the coordination of the climate and disaster risk reduction agenda. He currently serves as an Independent Expert of the UNFCCC (Technical Expert Group on Comprehensive Risk Management of the Warsaw International Mechanism for Loss and Damage).*

Prefacio *(Español)*

La publicación del libro electrónico "De lo local a lo global: cambio climático y gestión del riesgo de desastres" ofrece un análisis exhaustivo del cambio climático y la gestión del riesgo de desastres en un momento en el que la acción climática es fundamental para la supervivencia de la humanidad.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) destacó en una publicación reciente (Estado del clima 2024 - Actualización para la COP29) que el período de 2015 a 2024 fue la década más cálida registrada, con una pérdida acelerada de hielo de los glaciares, un aumento del nivel del mar y un aumento del contenido de calor de los océanos. Además, la NASA también verificó que 2024 fue el año más cálido registrado, señalando que durante más de la mitad del año, las temperaturas promedio estuvieron más de 1,5 °C por encima de la línea de base y el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) confirmó que 2024 fue el año más cálido registrado a nivel mundial y el primer año calendario en el que la temperatura media global superó los 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales.

Este aumento alarmante se refleja en un número cada vez mayor de eventos que pueden atribuirse al clima En 2024 podemos destacar:

• Australia vivió su segundo verano más caluroso registrado en 2024-25, con temperaturas 1,89 °C superiores a la media a largo plazo, lo que pone de relieve la influencia del cambio climático en los patrones meteorológicos regionales;

• En febrero de 2024, la tormenta Éowyn azotó Irlanda con vientos récord de 184 km/h, causando daños importantes por valor de 200 millones de euros y dejando a 768.000 edificios sin electricidad. Este acontecimiento sin precedentes subrayó la creciente vulnerabilidad de Irlanda a los fenómenos meteorológicos extremos debido al cambio climático;

• Sequías en África: Varias regiones de África experimentaron sequías graves en 2024, que provocaron escasez de agua y redujeron los rendimientos agrícolas. Estas sequías estuvieron relacionadas con los cambios en los patrones de precipitaciones asociados al cambio climático;

• En Brasil, las inundaciones de 2024 en Rio Grande do Sul estuvieron estrechamente relacionadas con el cambio climático, que ha aumentado la probabilidad de que se produzcan fenómenos de lluvias extremas. La situación se vio agravada por el fenómeno de El Niño y la falta de medidas preventivas adecuadas, lo que dio lugar a uno de los desastres más graves de la historia reciente de Brasil.

La urgente necesidad de actuar en relación con el clima

Desde la perspectiva del riesgo de desastres, para poder hacer frente al desafío, es urgente intensificar, tanto a nivel mundial como, lo que es más importante, a nivel local, la acción climática que abarque una amplia gama de actividades, entre ellas: 1. La necesidad de responder rápidamente a los impactos de los fenómenos relacionados con el clima (Respuesta de emergencia); 2. La necesidad de centrarse en el riesgo como primer paso hacia la creación de resiliencia climática (Gobernanza del riesgo); 3. La necesidad de disponer de información oportuna y actualizada, así como de supervisar los avances (Información y seguimiento de los riesgos); 4. La necesidad de crear resiliencia en las comunidades vulnerables mediante medidas correctivas, así como de crear resiliencia comunitaria y diversificar los medios de vida (Resiliencia comunitaria); 5. La necesidad de contribuir a la agenda más amplia sobre el cambio climático, con el objetivo de adoptar medidas que contribuyan a este cambio y sus efectos, y que sean sostenibles, inclusivas, resilientes y adaptables a él, en particular la acción climática a nivel local (creación de resiliencia climática), y 6. La necesidad de crear capacidades tanto a nivel nacional como local, así como de fortalecer las instituciones que lideran este cambio (creación de capacidades y fortalecimiento institucional).

En esta publicación, que cuenta con un total de 47 capítulos, escritos por más de 115 autores colaboradores, se abordan en detalle ejemplos de actividades para estas áreas de acción climática, que indican en conjunto los pasos a seguir que sin duda contribuirían al necesario aumento de la acción climática, entre ellos:

• Cambio climático y gestión del riesgo de desastres: muchos capítulos de investigación abordan la forma en que el cambio climático intensifica los desastres cotidianos, como inundaciones, sequías y temperaturas extremas, con especial atención a las estrategias de adaptación a nivel local y global;

• Educación, ciencia y participación comunitaria: muchas contribuciones destacan el papel de la educación, la conciencia pública y los avances científicos (por ejemplo, datos geoespaciales, teledetección) y el liderazgo de las comunidades locales en la preparación para desastres y la mitigación de riesgos;

• Conocimientos indígenas y tradicionales: en varios estudios se reconoce la importancia de los sistemas de conocimiento indígenas y locales en la resiliencia ante desastres, la gestión sostenible de la tierra y las estrategias de adaptación climática;
• Factores humanos y políticos en los riesgos de desastres: varios capítulos nos llevan a la realidad de que la urbanización, la deforestación y la mala gestión de la tierra contribuyen a los desastres relacionados con el clima, al tiempo que destacan el papel de la gobernanza, las políticas y la socioeconomía en la reducción de riesgos;
• Enfoques regionales y globales para la gobernanza de desastres: se cubren varios temas que presentan estudios de casos de regiones tropicales y subtropicales, destacando la planificación a múltiples escalas, los acuerdos internacionales y el papel de las mujeres en la respuesta a desastres y la resiliencia comunitaria.

Papel clave de los gobiernos locales y las comunidades

Al reflexionar más sobre la necesidad central de fortalecer la resiliencia comunitaria y construir resiliencia climática a nivel local, los capítulos demuestran el liderazgo vital que tienen los gobiernos locales en la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático, incluyendo:
• Papel clave en la preparación y respuesta: los gobiernos locales lideran la gestión del riesgo de desastres implementando planes de preparación, coordinando con agencias y asegurando que las políticas se alineen con los marcos nacionales y globales.
• Participación comunitaria y resiliencia: fortalecer el liderazgo local e involucrar a las comunidades a través de programas de educación, concientización e iniciativas de voluntariado que mejoren la respuesta y recuperación ante desastres;
• Integración de conocimiento tradicional y científico: experiencia indígena y local en alerta temprana y gestión sostenible de la tierra, combinada con datos científicos, asegurando que tengamos estrategias efectivas de adaptación climática;
• Infraestructura y planificación urbana: hacer cumplir códigos de construcción conscientes del clima, infraestructura verde y regulaciones de zonificación, contribuyendo a eliminar o reducir los riesgos de desastres en áreas vulnerables;
• Desafíos e innovaciones: las limitaciones financieras, el compromiso político y el acceso a la tecnología impactan la gobernanza local. Las iniciativas exitosas deben incluir presupuestos participativos, sistemas de alerta temprana y asociaciones con ONG y universidades. Animo a los lectores a explorar esta publicación y obtener información de sus valiosas contribuciones, para luego reflexionar sobre los desafíos que se avecinan, sus roles individuales en el diseño e implementación de acciones climáticas efectivas y trabajar para ser el cambio que quieren ver.

Recuerde: *"Las personas que están lo suficientemente locas como para pensar que pueden cambiar el mundo son las que lo hacen"* – Steve Jobs.

*Dr. **David Stevens** – Profesional independiente en adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres, específicamente en la alineación de políticas y programas de desarrollo nacionales y locales, habiendo trabajado en todas las regiones del mundo para las Naciones Unidas, incluyendo más recientemente como Jefe de la oficina de Bonn de la UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas*

para la Reducción del Riesgo de Desastres), siendo responsable de establecer el monitoreo global de la implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y la coordinación de la agenda de reducción del riesgo climático y de desastres. Actualmente se desempeña como Experto Independiente de la CMNUCC (Grupo Técnico de Expertos sobre Gestión Integral del Riesgo del Mecanismo Internacional de Varsovia para Pérdidas y Daños).

Préface *(Français)*

La publication du livre électronique « Du local au global : changement climatique et gestion des risques de catastrophe » fournit une analyse complète du changement climatique et de la gestion des risques de catastrophe à un moment où l'action climatique est essentielle à la survie de l'humanité.

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a souligné dans une récente publication (État du climat 2024 - Mise à jour pour la COP29) que la période de 2015 à 2024 a été la décennie la plus chaude jamais enregistrée, avec une accélération de la perte de glace des glaciers, une élévation du niveau de la mer et une augmentation de la teneur en chaleur des océans. En outre, la NASA a également vérifié que 2024 était l'année la plus chaude jamais enregistrée, notant que pendant plus de la moitié de l'année, les températures moyennes étaient supérieures de plus de 1,5 °C à la ligne de base et le Copernicus Climate Change Service (C3S) a confirmé que 2024 était l'année la plus chaude jamais enregistrée à l'échelle mondiale et la première année civile où la température moyenne mondiale dépassait 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels.

Cette augmentation alarmante se reflète dans un nombre croissant d'événements qui peuvent être attribués à changement climatique. En 2024, nous pouvons citer:

• L'Australie a connu son deuxième été le plus chaud jamais enregistré en 2024-25, avec des températures supérieures de 1,89 °C à la moyenne à long terme, ce qui souligne l'influence du changement climatique sur les conditions météorologiques régionales;

• En février 2024, la tempête Éowyn a frappé l'Irlande avec des vents record de 184 km/h, causant des dégâts importants s'élevant à 200 millions d'euros et privant d'électricité 768 000 bâtiments. Cet événement sans précédent a souligné la vulnérabilité croissante de l'Irlande aux conditions météorologiques extrêmes dues au changement climatique;

• Sécheresses en Afrique : Plusieurs régions d'Afrique ont connu de graves sécheresses en 2024, entraînant des pénuries d'eau et une baisse des rendements agricoles. Ces sécheresses ont été liées à l'évolution des régimes de précipitations associée au changement climatique;

• Au Brésil, les inondations de 2024 dans le Rio Grande do Sul ont été étroitement liées au changement climatique, ce qui a augmenté la probabilité d'événements pluviométriques extrêmes. Français La situation a été aggravée par le phénomène El Niño et l'absence de mesures préventives adéquates, ce qui a conduit à l'une des catastrophes les plus graves de l'histoire récente du Brésil.

Le besoin urgent d'agir pour le climat

Du point de vue des risques de catastrophe, afin de pouvoir relever le défi, il est urgent d'intensifier, à la fois au niveau mondial mais surtout au niveau local, l'action climatique couvrant un large éventail d'activités, notamment : 1. La nécessité de réagir rapidement aux impacts des événements liés au climat (Réponse

d'urgence) ; 2. La nécessité de se concentrer sur le risque comme première étape vers le renforcement de la résilience climatique (Gouvernance des risques) ; 3. La nécessité d'informations actualisées et en temps opportun ainsi que la nécessité de suivre les progrès (Informations et suivi des risques) ; 4. La nécessité de renforcer la résilience des communautés vulnérables par des mesures correctives, ainsi que de renforcer la résilience communautaire et de diversifier les moyens de subsistance (Résilience communautaire) ; 5. La nécessité de contribuer à l'agenda plus large du changement climatique visant à prendre des mesures qui contribuent au changement climatique et à ses impacts de manière durable, inclusive, résiliente et adaptative, en particulier l'action climatique au niveau local (renforcement de la résilience climatique), et 6. La nécessité de renforcer les capacités aux niveaux national et local ainsi que de renforcer les institutions qui mènent ce changement (renforcement des capacités et renforcement institutionnel).

Des exemples d'activités pour ces domaines d'action climatique sont bien couverts dans cette publication qui compte un total de 47 chapitres, rédigés par plus de 115 auteurs contributeurs et indiquant collectivement des avancées qui contribueraient certainement à l'augmentation nécessaire de l'action climatique, notamment:

• Changement climatique et gestion des risques de catastrophe – De nombreux chapitres de recherche traitent de la manière dont le changement climatique intensifie les catastrophes quotidiennes comme les inondations, les sécheresses et les températures extrêmes, en mettant l'accent sur les stratégies d'adaptation aux niveaux local et mondial;

• Éducation, science et implication communautaire – De nombreuses contributions soulignent le rôle de l'éducation, de la sensibilisation du public et des avancées scientifiques (par exemple, les données géospatiales, la télédétection) et le leadership des communautés locales dans la préparation aux catastrophes et l'atténuation des risques;

• Connaissances autochtones et traditionnelles – Dans plusieurs études, l'importance des systèmes de connaissances autochtones et locales dans la résilience aux catastrophes, la gestion durable des terres et les stratégies d'adaptation au climat est reconnue;

• Facteurs humains et politiques dans les risques de catastrophe – Un certain nombre de chapitres nous amènent à la réalité selon laquelle l'urbanisation, la déforestation et la mauvaise gestion des terres contribuent toutes aux catastrophes liées au climat, tout en soulignant le rôle de la gouvernance, des politiques et de la socioéconomie dans la réduction des risques;

• Approches régionales et mondiales de la gouvernance des catastrophes – Un certain nombre de sujets sont abordés, apportant des études de cas de régions tropicales et subtropicales, mettant en évidence la planification à plusieurs échelles, les accords internationaux et le rôle des femmes dans la réponse aux catastrophes et la résilience communautaire.

Rôle clé des gouvernements locaux et des communautés

En réfléchissant davantage sur la nécessité centrale de renforcer la résilience communautaire et de renforcer la résilience climatique au niveau local, les chapitres démontrent le leadership vital des gouvernements locaux dans le changement climatique et la gestion des risques de catastrophe, notamment:

• Rôle clé dans la préparation et la réponse – Les gouvernements locaux dirigent la gestion des risques de catastrophe en mettant en œuvre des plans de préparation, en coordonnant avec les agences et en veillant à ce que les politiques soient conformes aux cadres nationaux et mondiaux;

• Engagement communautaire et résilience – Renforcer le leadership local et impliquer les communautés par le biais de programmes d'éducation, de sensibilisation et d'initiatives bénévoles qui améliorent la réponse aux catastrophes et le rétablissement;
• Intégration des connaissances traditionnelles et scientifiques – L'expertise autochtone et locale en matière d'alerte précoce et de gestion durable des terres, combinée à des données scientifiques, garantit que nous disposons de stratégies efficaces d'adaptation au climat;
• Infrastructures et planification urbaine – Appliquer des codes de construction soucieux du climat, des infrastructures vertes et des réglementations de zonage, contribuant à éliminer ou à réduire les risques de catastrophe dans les zones vulnérables.
• Défis et innovations – Les contraintes financières, l'engagement politique et l'accès à la technologie ont un impact sur la gouvernance locale. Les initiatives réussies doivent inclure la budgétisation participative, les systèmes d'alerte précoce et les partenariats avec les ONG et les universités.

J'encourage les lecteurs à explorer cette publication et à tirer des enseignements de ses précieuses contributions, puis à réfléchir aux défis à venir, à vos rôles individuels dans la conception et la mise en œuvre d'actions climatiques efficaces, et à œuvrer pour être le changement que vous souhaitez voir.

N'oubliez pas: *"Les gens qui sont assez fous pour penser qu'ils peuvent changer le monde sont ceux qui le font"* - Steve Jobs.

Dr. ***David Stevens –*** *Professionnel indépendant de l'adaptation au changement climatique et de la réduction des risques de catastrophe, en particulier dans l'alignement des politiques et programmes de développement nationaux et locaux, ayant travaillé dans toutes les régions du monde pour les Nations Unies, y compris plus récemment en tant que chef du bureau de Bonn de l'UNDRR (Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe), étant responsable de l'établissement du suivi mondial de la mise en œuvre du Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe et de la coordination du programme de réduction des risques climatiques et de catastrophe. Il est actuellement expert indépendant de la CCNUCC (Groupe d'experts techniques sur la gestion globale des risques du Mécanisme international de Varsovie pour les pertes et dommages).*

Introdução *(Português-Br)*

A crescente preocupação global acerca das mudanças climáticas e seus impactos devastadores no meio ambiente, na economia e nas sociedades humanas nunca foi tão pertinente como nos dias atuais. Este e-book, que se propõe a explorar as interseções entre as mudanças climáticas e os riscos de desastres, surge em um momento crítico da história da humanidade, em que as evidências científicas enfatizam a urgência de uma ação coletiva e coordenada.

As mudanças climáticas, impulsionadas em grande parte por atividades humanas, resultam em eventos extremos que têm causado estragos incalculáveis em diversas regiões do mundo. Desde os incêndios florestais que consomem vastas áreas de vegetação, até as inundações que devastam comunidades inteiras, os desastres associados a essas mudanças nos remetem à fragilidade de nosso ecossistema e à necessidade de implementar políticas eficazes de mitigação e adaptação.

Este e-book reúne contribuições de especialistas do Brasil e do exterior de diversas áreas do conhecimento, oferecendo uma visão abrangente e multidisciplinar sobre os desafios provocados pelas mudanças climáticas. Os 9 eixos temáticos abordam, desde a análise de dados históricos sobre desastres naturais ou antrópicos, até discussões sobre estratégias inovadoras de mitigação e resiliência. A interconectividade entre os fatores sociais, econômicos e ambientais é um tema central, pois entendemos que apenas por meio de uma abordagem integrada poderemos enfrentar as adversidades que se apresentam.

Convido os leitores a se engajarem ativamente no conteúdo apresentado, refletindo sobre o papel de cada um na luta contra as mudanças climáticas. Este e-book não é apenas uma compilação de informações; é um chamado à ação aos cientistas, formuladores de políticas e à sociedade em geral. Acreditamos que a conscientização e a educação são ferramentas poderosas que podem promover mudanças significativas e duradouras.

Agradeço aos autores e colaboradores que contribuíram com suas pesquisas e experiências para a realização deste trabalho, e espero que as reflexões aqui apresentadas inspirem novos caminhos para a construção de um futuro mais sustentável e resiliente.

Dr. ***Luciano Soares de Souza*** *– Diretor da Faculdade de Tecnologia de Lins do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.*

Introduction *(English)*

The growing global concern about climate change and its devastating impacts on the environment, the economy and human societies has never been more relevant than it is today. This e-book, which aims to explore the intersections between climate change and disaster risks, comes at a critical moment in human history, when scientific evidence emphasizes the urgency of collective and coordinated action.

Climate change, driven largely by human activities, results in extreme events that have caused incalculable damage in several regions of the world. From forest fires that consume vast areas of vegetation to floods that devastate entire communities, the disasters associated with these changes remind us of the fragility of our ecosystem and the need to implement effective mitigation and adaptation policies.

This e-book brings together contributions from experts from Brazil and abroad from various areas of knowledge, offering a comprehensive and multidisciplinary view of the challenges caused by climate change. The 9 thematic axes cover everything from the analysis of historical data on natural or man-made disasters to discussions on innovative mitigation and resilience strategies. The interconnectivity between social,

economic and environmental factors is a central theme, as we understand that only through an integrated approach can we face the adversities that arise.

I invite readers to actively engage in the content presented, reflecting on the role of each one in the fight against climate change. This e-book is not just a compilation of information; it is a call to action for scientists, policy makers and society in general. We believe that awareness and education are powerful tools that can promote significant and lasting changes.

I thank the authors and collaborators who contributed their research and experiences to the completion of this work, and I hope that the reflections presented here inspire new paths for building a more sustainable and resilient future.

Dr. ***Luciano Soares de Souza*** *– Director of the Lins Technology College of the Paula Souza State Center for Technological Education.*

Introducción *(Español)*

La creciente preocupación mundial por el cambio climático y sus efectos devastadores sobre el medio ambiente, la economía y las sociedades humanas nunca ha sido más relevante que hoy. Este libro electrónico, que tiene como objetivo explorar las intersecciones entre el cambio climático y los riesgos de desastres, llega en un momento crítico de la historia de la humanidad, cuando la evidencia científica enfatiza la urgencia de una acción colectiva y coordinada.

El cambio climático, impulsado en gran medida por las actividades humanas, produce fenómenos extremos que han causado daños incalculables en muchas regiones del mundo. Desde incendios forestales que consumen vastas áreas de vegetación hasta inundaciones que devastan comunidades enteras, los desastres asociados a estos cambios nos recuerdan la fragilidad de nuestro ecosistema y la necesidad de implementar políticas efectivas de mitigación y adaptación.

Este libro electrónico reúne contribuciones de especialistas de Brasil y del exterior de diferentes áreas del conocimiento, ofreciendo una visión amplia y multidisciplinaria de los desafíos provocados por el cambio climático. Los 9 ejes temáticos abarcan desde el análisis de datos históricos sobre desastres naturales o provocados por el hombre hasta debates sobre estrategias innovadoras de mitigación y resiliencia. La interconectividad entre los factores sociales, económicos y ambientales es un tema central, pues entendemos que sólo a través de un enfoque integrado podremos enfrentar las adversidades que se presenten.

Invito a los lectores a participar activamente en el contenido presentado, reflexionando sobre el papel de cada persona en la lucha contra el cambio climático. Este libro electrónico no es sólo una recopilación de información; es un llamado a la acción para los científicos, los responsables políticos y la sociedad en general. Creemos que la concientización y la educación son herramientas poderosas que pueden promover un cambio significativo y duradero.

Me gustaría agradecer a los autores y colaboradores que aportaron sus investigaciones y experiencias a este trabajo, y espero que las reflexiones aquí presentadas inspiren nuevos caminos para construir un futuro más sostenible y resiliente.

Dr. ***Luciano Soares de Souza*** *– Director de la Facultad de Tecnología Lins del Centro Estadual de Educación Tecnológica Paula Souza.*

Introduction *(Français)*

La préoccupation mondiale croissante concernant le changement climatique et ses effets dévastateurs sur l'environnement, l'économie et les sociétés humaines n'a jamais été aussi d'actualité qu'aujourd'hui. Ce livre électronique, qui vise à explorer les intersections entre le changement climatique et les risques de catastrophe, arrive à un moment critique de l'histoire de l'humanité, où les preuves scientifiques soulignent l'urgence d'une action collective et coordonnée.

Le changement climatique, provoqué en grande partie par les activités humaines, entraîne des événements extrêmes qui ont causé des dommages incalculables dans de nombreuses régions du monde. Des incendies de forêt qui consument de vastes zones de végétation aux inondations qui dévastent des communautés entières, les catastrophes associées à ces changements nous rappellent la fragilité de notre écosystème et la nécessité de mettre en œuvre des politiques d'atténuation et d'adaptation efficaces.

Ce livre électronique rassemble les contributions d'experts du Brésil et de l'étranger issus de différents domaines de la connaissance, offrant une vision complète et multidisciplinaire des défis posés par le changement climatique. Les 9 axes thématiques couvrent tout, depuis l'analyse des données historiques sur les catastrophes naturelles ou d'origine humaine jusqu'aux discussions sur les stratégies innovantes d'atténuation et de résilience. L'interconnectivité entre les facteurs sociaux, économiques et environnementaux est un thème central, car nous comprenons que ce n'est qu'à travers une approche intégrée que nous pourrons faire face aux adversités qui se présentent.

J'invite les lecteurs à s'engager activement dans le contenu présenté, en réfléchissant au rôle de chacun dans la lutte contre le changement climatique. Ce livre électronique n'est pas seulement une compilation d'informations ; est un appel à l'action pour les scientifiques, les décideurs politiques et la société dans son ensemble. Nous croyons que la sensibilisation et l'éducation sont des outils puissants qui peuvent favoriser un changement significatif et durable.

Je tiens à remercier les auteurs et collaborateurs qui ont contribué par leurs recherches et leurs expériences à cet ouvrage, et j'espère que les réflexions présentées ici inspireront de nouvelles voies pour construire un avenir plus durable et plus résilient.

Dr. ***Luciano Soares de Souza*** *– Directeur du Collège Technologique Lins du Centre d'Éducation Technologique de l'État de Paula Souza.*

1

Gestão de riscos, impactos e adaptação: as mudanças climáticas nos âmbitos local e global



SUGESTÕES ÀS COMUNIDADES LOCAIS SOBRE A GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES COM BASE EM EXPERIÊNCIAS *IN SITU* DURANTE A TRAGÉDIA DE 2024 NO RIO GRANDE DO SUL

SUGGESTIONS TO LOCAL COMMUNITIES ON DISASTER RISK MANAGEMENT BASED ON *IN SITU* EXPERIENCES DURING THE 2024 TRAGEDY IN RIO GRANDE DO SUL

SUGERENCIAS PARA LAS COMUNIDADES LOCALES SOBRE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, CON BASE EN EXPERIENCIAS *IN SITU* DURANTE LA TRAGEDIA DE 2024 EN RIO GRANDE DO SUL

SUGGESTIONS AUX COMMUNAUTÉS LOCALES EN CE QUI CONCERNE LA GESTION DES RISQUES DE DÉSASTRES SUR LA BASE D'EXPÉRIENCES *IN SITU* LORS DE LA TRAGÉDIE DE 2024 DANS L'ÉTAT DE RIO GRANDE DO SUL

Masato Kobiyama[1]
Rossano Dalla Lana Michel[2]
Caroline Hipólito Flores[3]
Alessandro Gustavo Franck[4]
Fernando Campo Zambrano[5]

1 Professor, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista do CNPq. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0615-9867. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br.
2 Doutorando, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Geociências (IGeo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7767-6189. E-mail: rossanodlm@gmail.com.
3 Graduanda, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista do CNPq. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4699-7047. E-mail: carollflores22@gmail.com.
4 Doutorando, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista da CAPES. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6390-6956. E-mail: franck.alessandro.g@gmail.com.
5 Doutorando, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista da CAPES. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6481-9232. E-mail: fernando.zambrano@ufrgs.br.

"*Quando vou a um país, não examino se tem boas leis, mas se são executadas as leis existentes, porque leis boas há por toda parte...*"
Montesquieu (1689 - 1755)

Introdução

Historicamente, o estado do Rio Grande do Sul (RS) sofre com eventos hidrológicos extremos, caracterizados pela ocorrência de chuvas intensas que provocam desastres naturais. Entre os meses de abril e maio de 2024, o estado foi submetido novamente aos impactos da ocorrência de fortes chuvas que desencadearam um grande número de movimentos de massa e inundações, especialmente na região centro-nordeste do estado, abrangendo a Região Hidrográfica do Guaíba. Os registros históricos demonstram que a maioria desses eventos ocorreram durante períodos de El Niño, com os eventos mais recentes intensificados por mudanças climáticas antropogênicas (Clarke *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2023). Além disso, especialmente na região metropolitana de Porto Alegre, falhas nas infraestruturas, como diques e sistemas de proteção contra inundações, agravaram ainda mais a magnitude da tragédia de 2024 (Clarke *et al.*, 2024).

A grande inundação registrada em Porto Alegre no ano de 1941, utilizada como referência de calamidade pela população gaúcha, era considerada o maior desastre natural da história do RS (Guimaraens, 2009; Silveira *et al.*, 2023). Entretanto, Collischonn *et al.* (2024) a partir de análise comparativa entre os eventos extremos de 1941 e 2024, utilizando dados pluviométricos disponíveis para a bacia hidrográfica do Guaíba, concluíram que o valor médio da precipitação nessa bacia durante o evento de 2024 foi maior do que o de 1941.

Segundo a Defesa Civil RS (2024), os números causados pelo impacto da tragédia de 2024 são, até o dia 20 de agosto de 2024, 183 óbitos confirmados, 27 desaparecidos, 806 feridos e 2.398.255 afetados, distribuídos em 478 dos 497 municípios do estado. Em termos de número de óbitos por município, os municípios mais afetados foram Canoas, Roca Sales e Cruzeiro do Sul, com 31, 14 e 13 óbitos, respectivamente. Em Canoas, esse número expressivo de óbitos resultou do rompimento dos diques dos bairros Rio Branco, Fátima e Mathias Velho (Becker, 2024).

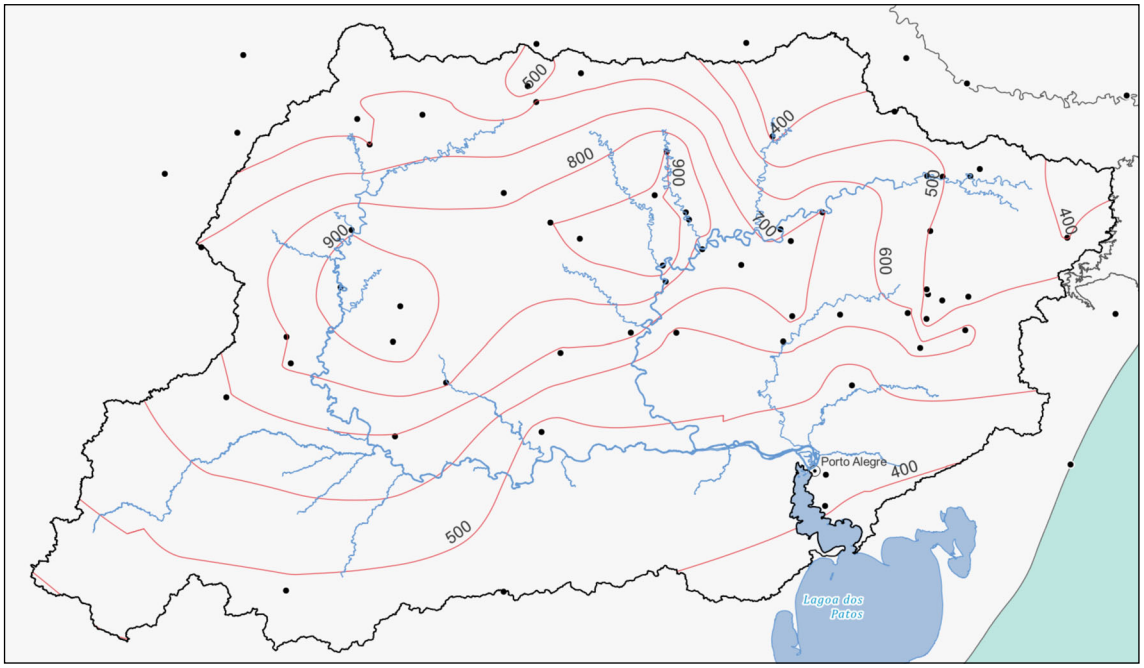
Devido à distribuição temporal e a grande área afetada pelas chuvas intensas, é difícil pontuar quando e onde a tragédia começou – e ainda mais difícil definir quando e onde ela terminará. O G1 RS (2024) relata que no dia 27/04, a chuva começou de maneira intensa no município de Santa Cruz do Sul, na região dos Vales. No dia 29/04, pela tarde, a chuva se intensificou, e a partir do dia 30/04 pela manhã, diversos municípios do Vale do Taquari começaram registrar ocorrências de enxurradas (inundações bruscas) e movimentos de massa, como escorregamentos translacionais e rotacionais, e fluxos de detritos.

Nessas circunstâncias, durante a ocorrência desse evento no estado, o Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) realizou as seguintes investigações em campo: (i) levantamento da mancha de inundação gradual em Porto Alegre; e (ii) avaliação de riscos e desastres associados aos movimentos de massa em diversos municípios na região dos Vales. Além disso, o GPDEN vem oferecendo várias palestras, seminários e cursos de capacitação às comunidades locais e acadêmicas. Portanto, o objetivo do presente trabalho é apresentar algumas sugestões às comunidades (moradores, prefeituras, governo estadual e federal) sobre a gestão de risco e de desastres (GRD), com base nas experiências obtidas por meio dos trabalhos em campo durante a tragédia, e das divulgações dos resultados desses trabalhos para a comunidade em geral.

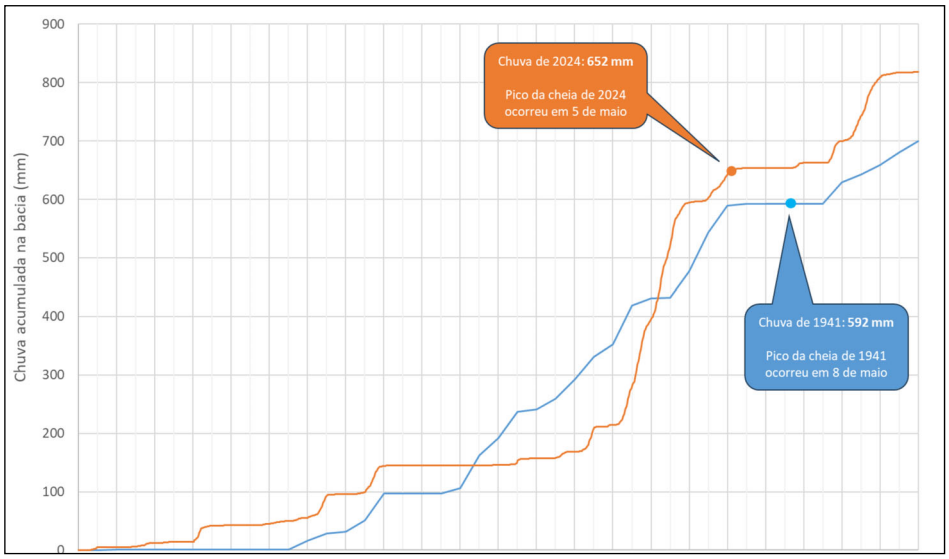
Aspectos hidrológicos gerais: Chuva-vazão

Collischonn *et al.* (2024) analisaram as distribuições espaciais e temporais da chuva em toda a bacia hidrográfica do Guaíba, tanto para a tragédia de 1941 quanto para a de 2024. A Figura 1 demonstra a distribuição espacial da chuva acumulada no período de 01/04 até 05/05/2024, onde cada ponto na figura corresponde a um pluviômetro utilizado. Os resultados demonstram que as regiões de cabeceira dos vales (porção norte da bacia) registraram os maiores valores de chuva acumulada. Os autores calcularam também a chuva acumulada média na bacia hidrográfica do Guaíba (Figura 2), e concluíram que a chuva total em 2024 foi mais volumosa e intensa do que a de 1941, o que causou um nível máximo mais elevado da inundação.



Fonte: Collischonn *et al.* (2024)

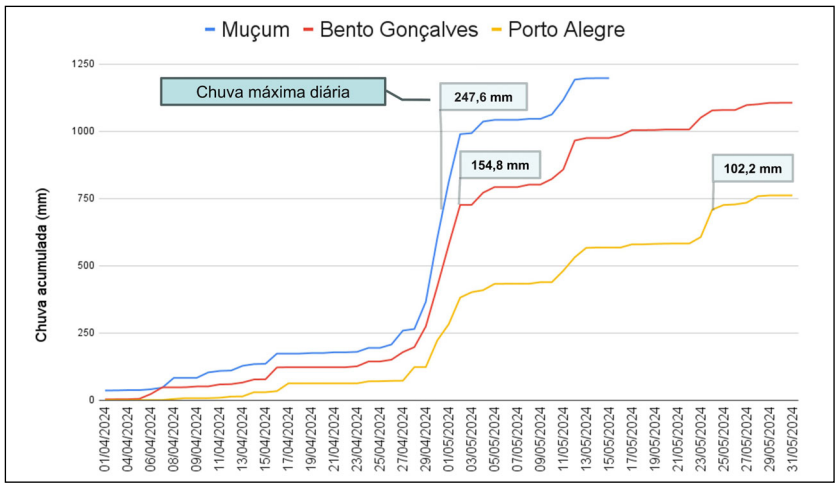
Figura 1. Distribuição espacial da chuva acumulada na bacia hidrográfica do Guaíba no período 01/04 – 05/05/2024.



Fonte: Collischonn *et al.* (2024)

Figura 2. Chuva acumulada média na bacia hidrográfica do Guaíba no período de 01/04 – 15/05 para eventos de 1941 (em azul) e 2024 (em laranja). Nota-se que as datas de ocorrência do nível máximo em Porto Alegre e os respectivos valores de chuva acumulada estão destacados.

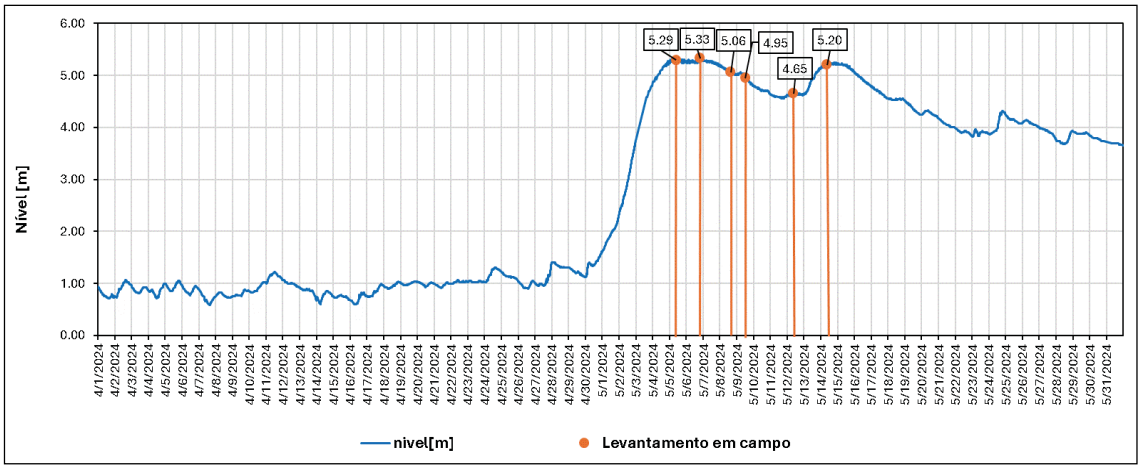
As Figuras 1 e 2 demonstram que os regimes espaciais e temporais da chuva acumulada possuem uma forte heterogeneidade. Como exemplo, para os municípios de Muçum, Bento Gonçalves e Porto Alegre, as chuvas diárias máximas registradas nesses foram de 247,6 mm em 30/04/2024, 154,8 mm em 01/05/2024, e 102,2 mm em 24/05/2024, respectivamente, com o acumulado de chuva atingindo os valores máximos em diferentes momentos (Figura 3). Segundo Kobiyama *et al.* (2023), o recorde nacional de intensidade de chuva em 24 horas é de 682 mm, registrado em Bertioga/SP, entre 05 e 06/03/2023. A partir disso, pode-se dizer que, a tragédia de 2024 no RS, foi desencadeada pela ocorrência de chuvas intensas, mas com o fator preponderante de uma duração prolongada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Chuva acumulada para os municípios de Muçum, Bento Gonçalves e Porto Alegre no período de abril e maio de 2024.

Devido ao elevado volume de chuvas em toda a bacia, o nível de água do Guaíba atingiu um recorde histórico. A Figura 4 apresenta os níveis do Guaíba registrados nos meses de abril e maio de 2024, obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), pertencente à Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) e coordenada pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA). A medição do nível do Guaíba foi realizada pela estação Cais Mauá C6 (87450004) até o dia 02/05/2024 e, a partir de 03/05/2024, passou a ser realizada pela estação Usina do Gasômetro (87444000).



Fonte: Adaptado de Zambrano *et al.* (2024)

Figura 4. Níveis do Guaíba no mês de abril e maio de 2024 em Porto Alegre.

Embora ainda não exista uma curva-chave para a região de Porto Alegre, foi realizada uma expedição para medir a vazão durante o período de inundação. Silva *et al.* (2024) relataram que a vazão corrigida, a velocidade máxima da corrente e o nível de água no Cais Mauá, em Porto Alegre, no dia 05/05/2024 às 17h45min, foram 35.736 m^3/s, 4,2 m/s, e 5,12 m, respectivamente. Nota-se que o pico da cheia ocorreu no mesmo dia, às 00h40min.

Além de uma maior magnitude do perigo natural ocasionado pela chuva mais volumosa, a vulnerabilidade da sociedade gaúcha, principalmente aquela exposta ao fenômeno (ocupações em áreas suscetíveis a inundação e movimentos de massa), é atualmente maior do que em 1941. Essas condições favoreceram a ocorrência da tragédia de 2024, que pode ser considerada a maior tragédia do RS.

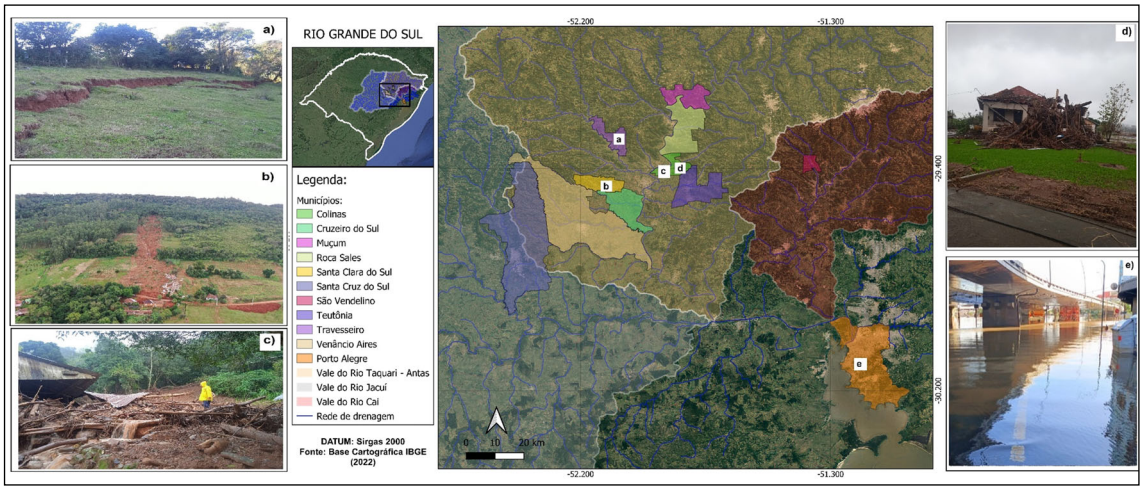
Atividades – do GPDEN – com as comunidades

Trabalho em campo

Para um correto entendimento do fenômeno natural e das vulnerabilidades às quais a sociedade está sujeita, o trabalho em campo se faz necessário como ferramenta primordial. Por isso, a equipe técnica do GPDEN realizou incursões a campo durante

o evento de 2024 com dois vieses: (i) realizar o levantamento da mancha de inundação gradual no município de Porto Alegre (realizado nos dias 05, 06, 08, 09, 12 e 14 de maio de 2024); e (ii) avaliação de riscos associados aos movimentos de massa em diversos municípios na região dos Vales (durante 27 dias entre 08/05 e 15/06/2024).

O levantamento e registro da extensão da mancha de inundação foi realizado utilizando um equipamento com Sistema de Posicionamento Global (GPS) e se deslocando de bicicleta pela Zona Norte, Centro e Zona Sul de Porto Alegre. Ocasionalmente, conversas foram realizadas com moradores dos locais afetados. Além disso, a equipe do GPDEN avaliou a ocorrência de movimentos de massa em diversos municípios dos Vales: Santa Cruz do Sul, Santa Clara do Sul, Cruzeiro do Sul, Venâncio Aires, Teutônia, Travesseiro, Colinas, Roca Sales, Muçum e São Vendelino (Figura 5). A avaliação *in situ* consistiu em uma metodologia com a identificação em campo de características como: tipo de solo e rocha, relevo, avaliação da presença de água, caracterização de movimentos de massa e sua área de abrangência, formação de barragem natural (ou barragem de escorregamento), entre outras. Uma atenção especial foi dada para a verificação da formação de barragens naturais, pois o rompimento de tais barragens, têm o elevado potencial de causar desastres secundários, que podem ser ainda mais severos que o desastre primário (Zheng *et al.*, 2021; Zhong *et al.*, 2024). Aqui salienta-se que a avaliação *in situ* pode ser a única maneira de avaliar a necessidade de evacuação das residências próximas e a necessidade de monitorar os movimentos ocorridos/iniciados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Municípios avaliados e fenômenos observados: (a) escorregamento rotacional em Travesseiro; (b) escorregamento translacional em Santa Clara do Sul; (c) fluxo de detritos em Colinas; (d) enxurrada em Colinas; e (e) inundação gradual em Porto Alegre.

Divulgação de informações, capacitação e conscientização

Desde o mês de maio até o presente momento, o GPDEN vem realizando diversas atividades para divulgar à sociedade seus resultados e contribuições relacionados à

tragédia. No início da tragédia, na região dos Vales, faltavam especialistas qualificados que pudessem avaliar o grau de perigo associado a movimentos de massa, tais como escorregamentos e fluxos de detritos. Por isso, foi oferecido um curso teórico-prático de capacitação aos profissionais regionais e locais (geólogos, geógrafos, engenheiros e gestores), sobre o monitoramento de movimentos de massa em campo, visitando locais reais de ocorrência de movimento de massa.

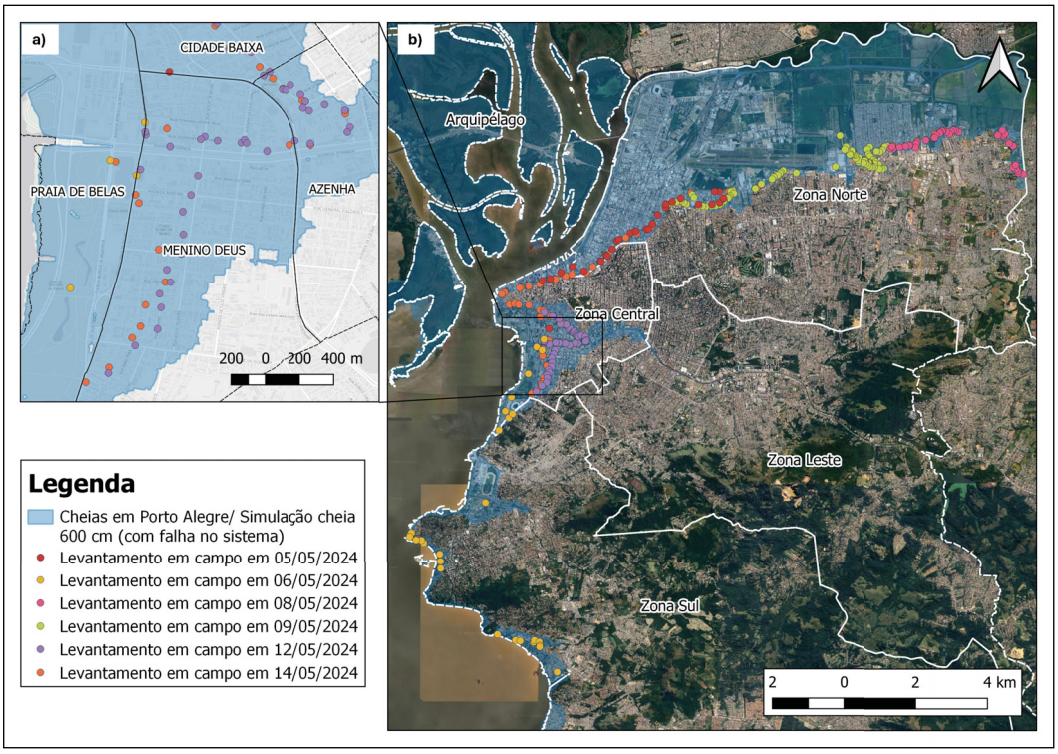
Quando solicitado, membros do GPDEN ofereceram esclarecimento em relação à tragédia em geral e/ou desastres relacionados à sedimentos e água, através de entrevistas e comunicações informais (Kobiyama, 2024), e oferecimento de seminários ou palestras sobre o tema (*e.g.*: palestras realizadas na Assembleia Legislativa do RS; palestra para os moradores do município de São Vendelino; palestra para a Corregedoria da Prefeitura de Porto Alegre; e palestra para o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá e Afluentes Catarinenses do Rio Mampituba (Comitê Araranguá, 2024; palestra para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí; e palestra na Conferência Pan-Americana de Meteorologia – CPAM).

O GPDEN também lançou Notas Técnicas, relatando os resultados das etapas de campo, no site do IPH da UFRGS (https://www.ufrgs.br/iph/noticias/). Além disso, a fim de esclarecer as situações atuais na região dos Vales e discutir academicamente entre pesquisadores, o GPDEN organizou um seminário relacionado à tragédia (GPDEN, 2024).

Observações locais

Porto Alegre

O trabalho de campo foi realizado nas áreas inundadas na região urbana do município de Porto Alegre, mais especificamente nas Zonas Norte, Central e Sul. O mapeamento foi realizado identificando em campo, com auxílio de GPS, a coordenada dos pontos que representam o limite entre a região seca e inundada (ou alagada) no momento da observação. No total, foram obtidos 302 pontos em diferentes dias. A Figura 6 apresenta esses pontos coletados e a mancha de inundação gerada por simulação hidrodinâmica, disponibilizada por Possanti, Muller e Ruhoff (2024). Essa simulação desconsiderou as estruturas de proteção contra inundações (diques, casas de bombas e muros) de Porto Alegre.



Fonte: Adaptação de Zambrano *et al.* (2024)

Figura 6. Delimitação das áreas de inundação em diferentes dias durante o desastre em Porto Alegre.

Na comparação entre as áreas de inundação resultantes da modelagem hidrodinâmica e observações em campo durante o evento de inundação, as maiores diferenças foram identificadas na região central, principalmente nos bairros Cidade Baixa, Menino Deus e Azenha, destacados na Figura 6a. Essas diferenças foram atribuídas ao funcionamento do sistema de bombeamento (Casa de bombas #16, localizada nas proximidades do gasômetro), fazendo com que o resultado da modelagem (que não considera esse efeito) apresente uma diferença significativa se comparado com o fenômeno observado em campo. Esse sistema, no entanto, apresentou uma falha, que ocorreu poucas horas depois de concluído o levantamento no dia 06 de maio, resultando na inundação imediata desses bairros, um cenário que se aproximou mais da simulação da cheia.

O nível do Guaíba registrado no dia 05/05 foi de aproximadamente 5,29 m, similar ao nível de 5,33 m registrado no dia 06, no momento da falha do sistema de bombeamento. Mesmo com o nível do Guaíba já em 4,65 m registrado no dia 12 de maio, ainda era possível observar diversas áreas inundadas nestes 3 bairros. No dia 14 de maio a situação era diferente, apesar do aumento do nível para 5,20 m, muitas áreas anteriormente inundadas nestes bairros não apresentavam mais a presença de água. A diferença foi a reativação do sistema de bombeamento que operava normalmente no dia 14 de maio. Esse evento inesperado ressalta a importância do funcionamento correto dos sistemas de bombeamento no controle das inundações na cidade.

Além disso, foram realizadas outras observações em campo e entrevistas com moradores afetados para obter uma maior compreensão do impacto do desastre. Na Figura 7a, a equipe entrevista residentes na Zona Sul de Porto Alegre sobre a história

das inundações no local, incluindo a frequência e intensidade desses eventos. Na Figura 7b, moradores coletam água da inundação para utilizar nos banheiros dos abrigos, que enfrentavam escassez de água. Essa situação evidencia a estreita relação entre a gestão de desastres e a gestão dos recursos hídricos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Conversas com moradores na Zona Sul de Porto Alegre.

Região dos Vales

As observações em campo permitiram compreender os tipos de fenômenos naturais (*natural hazards*) que causaram o desastre na região dos Vales. A região Metropolitana de Porto Alegre enfrentou inundações graduais (Figura 5e), enquanto na região dos Vales ocorreram inundações bruscas (enxurradas) (Figura 5d). Comparativamente, a dinâmica da inundação gradual é mais lenta, e tende a ocorrer nas regiões mais planas, como nos municípios de Porto Alegre, Pelotas e Rio Grande. Nesses fenômenos, a variável de maior interesse é a profundidade ou o nível de água. As enxurradas tendem a ocorrer em regiões mais declivosas, e sua dinâmica é bem mais rápida e violenta, o que faz necessário considerar, além da profundidade, a velocidade da corrente. A Figura 8 apresenta diversos locais onde houve destruição por enxurradas, demonstrando seu caráter extremamente destrutivo, o qual, normalmente, não está presente em inundações graduais.

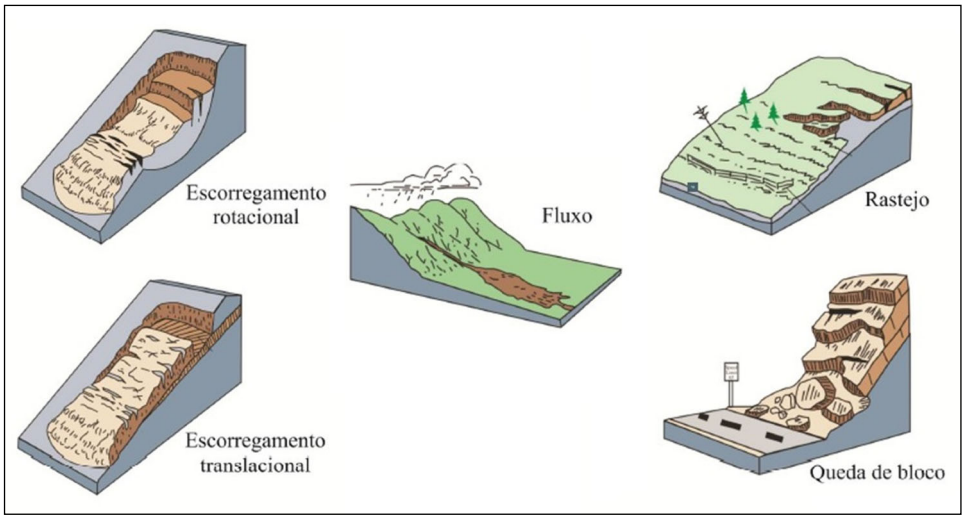


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8. Destruições associadas a enxurradas: (a) asfalto arrancado da estrada pela força da água em Colinas; (b) ponte parcialmente destruída em Roca Sales; (c) casa totalmente desestruturada pela enxurrada em Lajeado; e (d) casa totalmente desestruturada pela enxurrada em Colinas.

Durante o evento de 2024, diversos tipos de movimentos de massa ocorreram nas regiões declivosas (encostas e canais fluviais) da bacia do Guaíba. Segundo Selby (1993), os movimentos de massa são caracterizados pelo movimento, encosta abaixo, de material composto por solo e rocha, sob influência da aceleração gravitacional. Em geral tais movimentos podem ser classificados em cinco tipos: escorregamento translacional (raso), escorregamento rotacional (profundo), fluxo de detritos, rastejo (rastejamento) e queda de bloco (Figura 9). Cabe ressaltar que existem também movimentos de massa mistos, que são combinações dessas classificações.

Dentre os diversos tipos de movimento de massa, as observações feitas pela equipe em campo permitem afirmar que, na tragédia da região dos Vales, foram três tipos de movimentos que causaram os maiores prejuízos para as comunidades locais: escorregamento translacional (Figura 5b), escorregamento rotacional (Figura 5a) e fluxo de detritos (Figura 5c), sendo, inclusive, responsáveis por muitas vítimas fatais.

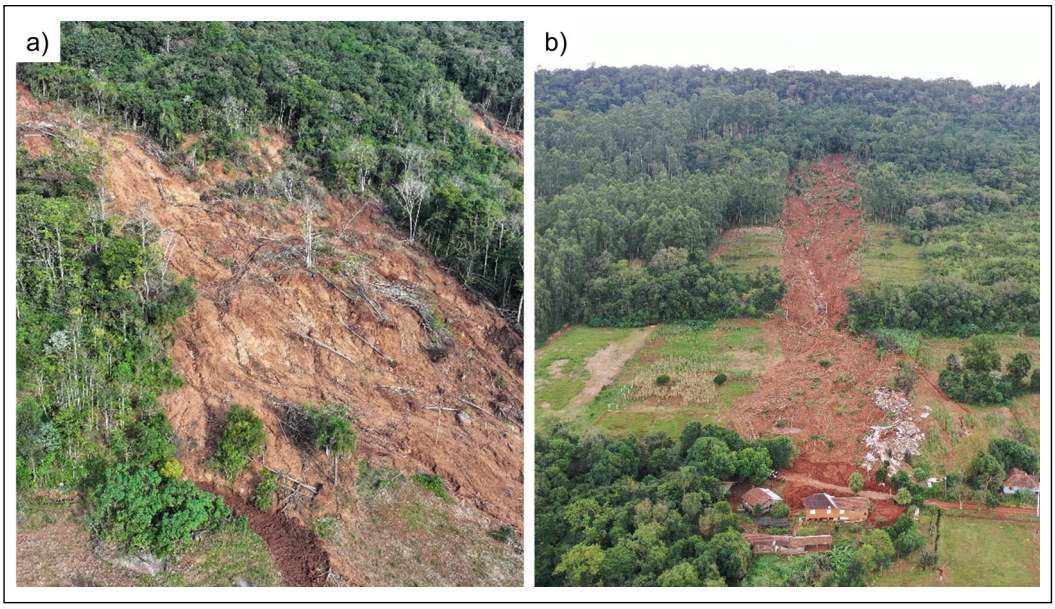


Fonte: Adaptado de USGS (2004).

Figura 9. Classificação dos movimentos de massa.

Os desastres associados aos movimentos de massa podem ser classificados como: desastres hidrológicos (Below; Wirtz; Guha-Sapir, 2009), desastres relacionados à água (Jimenez-Cisneros, 2015), desastres geológicos (Ministério da Integração Nacional, 2016), entre outros. Em termos de área de ocorrência, as características dos movimentos de massa são bem diferentes de enxurradas e inundações. Mesmo com diversas ocorrências espalhadas em uma ampla área durante a tragédia, os movimentos de massa são bastante pontuais ou locais. Além disso, esses fenômenos podem ser extremamente repentinos, atribuindo um caráter de difícil previsibilidade espacial e temporal. Isso dificulta que os setores municipais e estadual de Proteção e Defesa Civil busquem medidas preventivas.

Escorregamento translacional é um fenômeno no qual um volume de massa (solo, blocos de rocha e vegetação) localizado em encostas íngremes desaba devido à ação da gravidade, condicionado pelo acúmulo excessivo de água causado por chuvas volumosas. Esse processo é comum em locais como montanhas e vales, os quais possuem solos de baixa profundidade. Ocorrem de maneira repentina, podendo atingir grandes velocidades e, muitas vezes, levando apenas alguns segundos entre início e fim do movimento. Reduzindo, portanto, o tempo de reação da população (Figura 10).

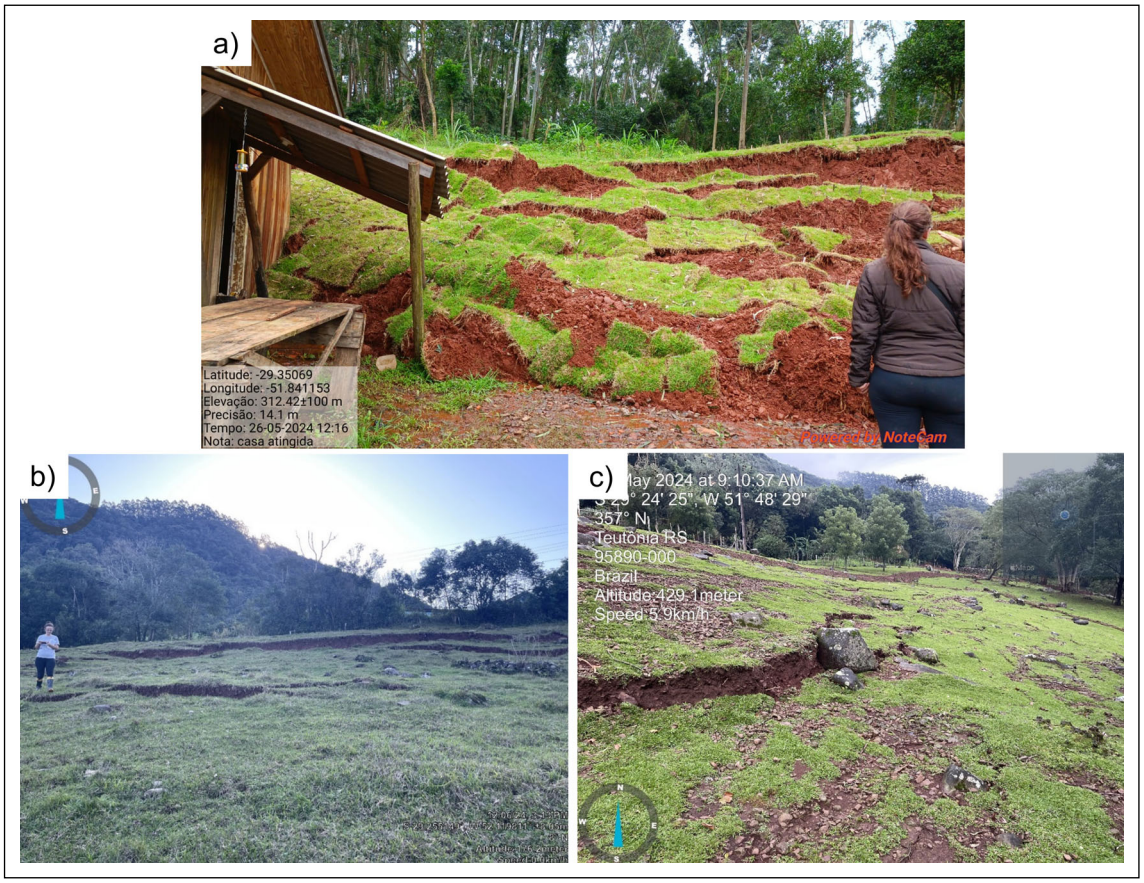


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 10. Exemplos de escorregamentos translacionais: (a) São Vendelino; e (b) Santa Clara do Sul.

Já um escorregamento rotacional é um fenômeno que pode ocorrer em amplas áreas, geralmente em encostas com relevo relativamente suave (Figura 11), que apresentam uma camada de solo mais espessa. Esses movimentos ocorrem pela ação da gravidade e são fortemente influenciados pelo fluxo das águas subterrâneas, acentuado durante períodos de chuvas intensas. Os escorregamentos rotacionais tendem a formar blocos de massa, limitados na base por superfícies côncavas, que se deslocam encosta abaixo em movimento de rotação, onde a porção superior abate, enquanto a porção inferior pode até se elevar (ver Figura 9). As árvores e estruturas, como residências, que se encontram na zona de movimentação dessas ocorrências, se deslocam lentamente pela encosta junto com o volume de massa. Quando essas residências estão localizadas sobre uma zona de ruptura (rachaduras), a estrutura da casa pode ser fortemente comprometida. Escorregamentos rotacionais ocorrem em áreas com diferenças de permeabilidade no solo, que podem ser geradas pela presença de camadas ou concentrações de argila, ou no contato entre solo e rocha, formando superfícies que dificultam a passagem de água e acabam formando canais de fluxo preferencial. Alguns escorregamentos rotacionais movem-se lentamente, cerca de alguns milímetros por dia. Enquanto outros, ocorrem repentinamente, devido a eventos de chuva intensa e/ou contínua, formando degraus de abatimento que podem chegar a mais de 1 metro de deslocamento vertical.

Em geral, é dito que escorregamentos rotacionais e translacionais possuem caráter profundo e raso, respectivamente. Entretanto, há exceções a essa regra, pois escorregamentos rotacionais podem ocorrer em profundidades relativamente rasas, a depender da condição geomorfológica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11. Exemplos de escorregamentos rotacionais. (a) zona de acomodação de um movimento de massa em Colinas; (b) rachaduras na zona de ruptura em Travesseiro; e (c) zona de ruptura em Teutônia.

Um fluxo de detritos é um movimento de massa composto por uma mistura de sedimentos e água, que flui continuamente por ação da gravidade, tendo grande mobilidade e podendo alcançar longas distâncias (Takahashi, 2007). Quando ocorrem chuvas intensas e/ou prolongadas, os materiais disponíveis na encosta (mobilizados devido aos escorregamentos e/ou depositados no leito do rio), se misturam com a água do escoamento superficial, formando uma massa que é transportada à jusante (Figura 12).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12. Exemplo de fluxo de detritos em Colinas.

Quando um escorregamento ocorre e atinge um canal fluvial, e há material suficiente para impedir o fluxo de água no rio, pode ocorrer a formação de uma barragem natural. Nessa situação, a água passa a acumular atrás da barragem, levando ocasionalmente ao seu rompimento, gerando assim um fluxo de detritos. Esse fluxo pode atingir altas velocidades, de 20 a 40 km/h, e serem extremamente destrutivos, causando sérios danos às estruturas que eventualmente estiverem no trajeto do fluxo, como pontes, casas e estradas. Os desastres associados a este fenômeno ocorrem geralmente em ambientes montanhosos e podem ser considerados um dos mais preocupantes no Brasil devido ao seu alto poder destrutivo (Kobiyama *et al.*, 2018; Kobiyama; Paul, 2022).

Durante as observações em campo, constatou-se que a escassez de pessoas capacitadas para avaliar os movimentos de massa em cada município dos Vales representou uma limitação significativa na agilidade desse trabalho crucial. Diversos pesquisadores, nacionais e internacionais, fizeram avaliações de movimento de massa por meio do uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Por exemplo, Paula *et al.* (2024) apresentaram uma Nota Técnica do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, na qual os movimentos de massa foram identificados e mapeados por interpretação visual de imagens de satélite. Embora esses resultados sejam de grande relevância, muitos escorregamentos rotacionais, que apresentam pouco rejeito, não são identificáveis com essas técnicas. Ou ainda, muitos escorregamentos com grande extensão ocorreram dentro de florestas fechadas, sendo possível identificá-los somente através de observação *in situ*.

Além disso, os trabalhos de campo possibilitaram o diálogo com moradores locais, que foram, muitas vezes, testemunhas da ocorrência de movimentos de massa. A partir de depoimentos de moradores, por vezes vítimas do desastre, foi possível compilar sinais

que estes observaram momentos antes do acontecimento (ou do impacto) dos movimentos de massa. Os sinais relatados por esses moradores foram:

• Cachorros começaram a latir de maneira estranha;
• Comportamento dos cachorros era diferente do normal, muito inquietos;
• Macacos (bugios) uivaram em horários não habituais;
• Ouviu-se um som estrondoso, como se pedras batessem umas nas outras;
• Cheiro estranho como barro podre, lama ou mato cortado (vegetação);
• Barulho alto de madeira quebrando;
• A área começou a apresentar pequenas rachaduras que foram aumentando.

A área que sempre estava seca começou a ficar muito encharcada.

Pelas explicações dos moradores e pela avaliação dos locais de ocorrência, os seis primeiros itens desses depoimentos estão associados aos escorregamentos translacionais de grande porte e/ou fluxos de detritos. Já os últimos dois são mais comuns no caso da ocorrência de escorregamentos rotacionais.

Sugestões para gestão de risco e desastre

Com base nas experiências locais (observações *in situ* e conversas com moradores), apresentamos aqui algumas sugestões às comunidades locais referente a gestão de risco e desastre. Embora essas experiências tenham sido adquiridas em uma condição específica, isto é, durante a tragédia de 2024 no estado de Rio Grande do Sul, as seguintes sugestões podem ser válidas em quaisquer comunidades no Brasil, desde uma unidade de bairro, prefeitura municipal, estado, e até mesmo para a união.

Criação de um Modelo Digital de Terreno com a melhor resolução

Goerl, Michel e Kobiyama (2017) e Franck, Gusmão e Kobiyama (2021) analisaram o efeito da resolução do Modelo Digital de Terreno (MDT) sobre o desempenho no mapeamento de inundação e de movimentos de massa. Ambos os trabalhos demonstraram a influência de uma boa qualidade do MDT no desempenho do mapeamento, afirmando que o mapeamento de áreas susceptíveis a inundações e a movimentos de massa necessita de MDTs com resolução espacial adequada. Enquanto o estado catarinense possui um MDT de 1 m de resolução espacial, o estado gaúcho não possui um MDT próprio, contando apenas com MDTs globais públicos. Atualmente, a melhor resolução disponível em um MDT público é de 12,5 m (ALOS Palsar, reamostrado da missão SRTM), o que dificulta a execução de estudos para contribuir ao mapeamento de áreas susceptíveis a inundações, enxurradas e movimentos de massa no RS. Então, para uma gestão de risco mais eficiente, o território brasileiro deveria, primeiramente, adquirir um MDT com qualidade e resolução adequada, à exemplo do estado de Santa Catarina.

Além disso, analisando o desempenho do mapeamento computacional de inundação em São Vendelino/RS, Zambrano *et al.* (2020) concluíram que a batimetria no leito do rio a fim de obter um mapa confiável de inundação é de extrema importância. Assim, os levantamentos topobatimétricos detalhados e seus produtos (mapas e MDTs) são fundamentais para a gestão territorial e consequentemente para a GRD.

Mapeamento participativo de áreas susceptíveis à inundação e à movimentos de massa

Com dados de campo como a identificação da mancha de inundação, junto com modelos computacionais tais como HEC-RAS (USACE-HEC, 2016) e HAND (Rennó *et al.*, 2008), mapas mais precisos de áreas susceptíveis à inundação podem ser elaborados (Vasconcellos et *al.*, 2022). Da mesma forma, as áreas susceptíveis aos movimentos de massa podem ser mapeadas (Franck; Kobiyama, 2024; Gomes *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2016) por meio da combinação da identificação de cicatrizes de eventos anteriores com a modelagem computacional. Embora frequentemente ocorram erros de identificação e mapeamento de áreas susceptíveis pelo uso de modelos computacionais, essa ferramenta possui uma rapidez significativa na produção de mapas de perigo e uma considerável facilidade de execução.

Então, para melhorar a eficiência no uso dessa ferramenta, é necessário adicionar procedimentos para aprimorar o mapeamento, melhorando assim a qualidade do mapa. Nesse caso, uma alternativa é o mapeamento participativo. Buscando melhorar o mapeamento de inundação da área pertencente à comunidade Quilombola São Roque, situado na divisa entre os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Gonzáles-Ávila *et al.* (2024) relataram que a participação dos moradores locais contribuiu significativamente na melhoria da qualidade do mapa de inundação. A melhoria do mapeamento através da participação dos moradores locais foi relatada também por Ferreira, Albino e Freitas (2017) que analisaram a região dos Baús no município de Ilhota/SC e concluíram que o mapeamento participativo em um produto mais completo e abrangente do que o mapeamento elaborado tecnicamente pela CPRM (antiga sigla do Serviço Geológico do Brasil).

Silva e Santos (2022) comentaram que, nos mapeamentos participativos, é importante unir o conhecimento técnico e a pesquisa científica tradicional com a percepção e o conhecimento das populações locais, que convivem cotidianamente com os riscos ambientais. Realizando uma revisão bibliográfica sobre conceitos, métodos de mapeamento participativo e suas aplicações no Brasil, Araújo, Anjos e Rocha-Filho (2017) concluíram que os resultados (mapas) devem ser apresentados às esferas públicas (federal, estadual e municipal) para discutir os problemas detectados pelas comunidades mapeadas, de maneira a atender os desejos de ambas as partes. Além disso, os autores mencionaram ainda a necessidade de capacitar os moradores na área de cartografia.

Segundo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012), todos os municípios e estados precisam mapear as áreas de risco. A fim de obter uma melhor

qualidade para os mapas de risco, os municípios necessitam gerar os mapas de perigo, vulnerabilidade e risco, de maneira participativa com a comunidade.

Gestão alternativa: Mais medidas não estruturais e menos medidas estruturais

O conceito de "Paradoxo do Desenvolvimento Seguro" alerta: Paradoxalmente, a GRD através da adoção de medidas estruturais pode levar a um aumento da exposição e vulnerabilidade da população (Fusinato *et al.*, 2024). Esse conceito traz a ideia de que a adoção de medidas estruturais em detrimento de medidas não-estruturais pode amplificar o impacto negativo de tragédias em uma sociedade. Um exemplo hipotético disso seria o efeito da construção de diques para contenção de inundações em determinada área. Com a existências do dique, uma medida estrutural, a população poderá ocupar áreas "protegidas" nas imediações dos diques. No entanto, se ocorrer um rompimento desse dique, o desastre será maior, pois a água que antes subiria lentamente agora poderá atingir essa região como uma enxurrada. Ou ainda, se não houvesse os diques, aquela população não iria ocupar aquela área. Tal cenário aconteceu em Canoas/RS, município com o maior número de óbitos na tragédia de 2024 (Becker, 2024). Então, podemos afirmar que, se os diques não tivessem sido construídos, possivelmente teriam ocorrido menos mortes humanas, embora os danos econômicos, associados a uma possível inundação mais duradoura, seriam maiores. Esse paradoxo pode ser evitado se os gestores e a população estiverem bem-informados. Nesse momento, há uma tendência entre os moradores gaúchos de procurar construções de diques e barragens. Portanto, é de extrema relevância que as pessoas conheçam esse paradoxo.

Isso também se aplica às comunidades que desejam, sem estudos científicos, a realização de dragagens ou desassoreamentos nas redes fluviais. A dinâmica sedimentar é extremamente complexa dentro de uma bacia hidrográfica, independentemente de sua extensão territorial. Como uma dragagem pode rebaixar a seção transversal de um canal, a população acredita que essa ação implicitamente reduz a possibilidade de enchente e inundação. Entretanto, ao observar essa ação no perfil longitudinal do canal, o rebaixamento local ao longo desse perfil certamente cria um gradiente maior (mais declividade) e consequentemente aumenta a velocidade da corrente, ou seja, aumenta seu poder destrutivo, especialmente para as comunidades à jusante. Além disso, a dragagem reduz a rugosidade do leito natural do canal, o que, consequentemente, ajuda a aumentar ainda mais a velocidade da corrente.

A população deve se lembrar do Conceito de Continuidade Fluvial (*River Continuum Concept*) proposto por Vannote *et al.* (1980), que pensa um curso de água como um contínuo, onde as condições – físicas e biológicas – em uma seção qualquer do sistema fluvial são geradas por tudo que ocorre a montante daquela seção, logo há presença permanente do efeito à jusante em bacias hidrográficas. Lembrar também do conceito

de hidrossolidariedade, proposta por Falkenmark e Folke (2002), tomando consciência que ações em determinada porção do rio tem consequência nas comunidades à jusante. Diversos estudos têm relatado efeitos negativos graves da dragagem e desassoreamento sob pontos de vista socioeconômicos e ambientais, por exemplo, Castro e Almeida (2012) e Smith, Silva e Biagioni (2019). Portanto, a conscientização da população sobre as ações e suas consequências é essencial na GRD.

Concurso público para estruturar a CEPDEC e COMPDEC

Toda a sociedade brasileira, da esfera municipal a federal, necessita que os funcionários públicos do setor de Proteção e Defesa Civil possuam estabilidade profissional. Em muitos municípios, esses setores não funcionam devido à falta de experiência e preparação dos funcionários que são trocados constantemente, acompanhando a troca da gestão pública. Para que haja um acúmulo de experiências e de conhecimentos por parte dos funcionários, cada governo, estadual e municipal, deve fornecer continuidade e estabilidade para esses funcionários. Uma maneira de se proporcionar isso é transformar os cargos da Defesa Civil em cargos de carreira, com seleção, a partir de concursos públicos, de profissionais qualificados para exercerem determinada função. Além disso, o estado e a prefeitura deveriam criar Secretarias de Proteção e Defesa Civil. Com essa criação, seriam efetivamente estruturadas e preparadas a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) e as Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC).

Por meio de revisão sistémica de literatura publicada no período entre 2007-2017, Santos e Ribeiro (2020) caracterizaram a situação social real no Brasil, isto é, a desigualdade socioeconômica, o déficit do planejamento territorial, o despreparo e a falta de vontade das autoridades públicas, resultam nos problemas vivenciados pela população que vive em área de vulnerabilidade socioambiental. Além disso, entre esses três níveis governamentais, o município é o principal responsável pela resolução dos problemas relacionados às questões socioambientais. Entretanto, na maioria das vezes, são os municípios que ignoram os alertas da iminência de tragédias.

Após a tragédia do Vale do Itajaí, em 2008, Negredo (2009) relatou que a maioria dos funcionários da Defesa Civil do estado de Santa Catarina que atuaram na tragédia, possuíam cargos comissionados, ou seja, não eram concursados para a Defesa Civil. Portanto, a cada troca de governo, quase a totalidade desses funcionários eram substituídos. A falta de um quadro permanente devido a essa substituição constante impede a continuidade dos trabalhos e impossibilita o avanço institucional do setor. O mesmo autor comentou que, essa mesma situação pode ser encontrada em diversos municípios catarinenses. Após o desastre de 2024 no RS, observando o país em geral, essa situação pode ser generalizada nas três esferas (federal, estadual e municipal).

Segundo Alvalá *et al.* (2024) que investigaram a tragédia de 2023 do RS, muitas prefeituras municipais de pequeno porte enfrentam a falta de aparato técnico e legal, somada à escassez de recursos financeiros essenciais para dar suporte ao desenvolvimento

de instrumentos, leis e projetos específicos destinados a auxiliar a administração pública na GRD. Justamente por isso, os governos estaduais e federal devem buscar auxiliar mais as prefeituras com problemas financeiros.

Criação e fortalecimento do NUPDEC

Em cada comunidade situada em área de risco, a COMPDEC deve criar um Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), que é uma entidade integrante do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Um NUPDEC é constituído por cidadãos que realizam trabalho voluntário e solidário, executando ações preventivas e ações imediatas nas situações emergenciais. Tavanti e Spink (2014) descreveram que os NUPDECs são considerados um dos mais importantes recursos voltados ao desenvolvimento de ações de prevenção, mitigação e preparação nos territórios vulneráveis e/ou afetados pelos desastres.

Através da participação nas ações de proteção e defesa, a comunidade local poderá (i) desenvolver consciência do risco, (ii) conectar-se ao SINPDEC, e (iii) participar do planejamento e execução das atividades de proteção e defesa civil (Lugon; Palassi, 2012). Assim sendo, tal participação voluntária é a essência no Sistema de Defesa Civil, pois a própria comunidade reconhece seus problemas e pensa em soluções que lhe cabem. O objetivo da COMPDEC é articular, coordenar e gerenciar as ações de Proteção e Defesa Civil no município. A efetivação das ações depende fortemente da participação da comunidade. Justamente por isso, é necessário criar os NUPDECs no município, pois para melhorar a efetividade das ações, é preciso ter pessoas que conhecem a realidade local.

Em outras palavras, o conhecimento local é fundamental para a GRD. Portanto, pode-se dizer que a qualidade das ações do NUPDEC certamente define a magnitude de um desastre.

Convênio com instituições de pesquisa e sua descentralização

A partir de iniciativa entre gestores e pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foi criado o Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), que, atualmente, é replicado em alguns estados brasileiros. No caso do Rio Grande do Sul, o CEPED-UFRGS, inativo há anos, está sendo reativado em 2024. Dada a extensão territorial do estado e considerando a diversidade dos desastres, o governo gaúcho deverá criar mais CEPEDs regionais, descentralizando as atividades de pesquisas científicas. Por exemplo, no Vale do Taquari, foi a Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) que inicialmente conduziu as ações técnico-científicas em relação aos movimentos de massa. Isso justifica uma possibilidade e necessidade de criar um CEPED para o Vale do Taquari, onde existe uma grande recorrência de desastres.

A iniciativa da UNESCO (2022) apresentou o tema da fase IX do Programa Intergovernamental de Hidrologia (IHP-IX) no período de 2022-2029, intitulado: "Ciência para um mundo com segurança hídrica em um ambiente em mudança". Isso implica que todas as decisões devem ser tomadas com base na ciência. A participação da comunidade científica na GRD é fundamental. Assim sendo, cada governo estadual deve aproveitar as comunidades científicas, ou seja, universidades e/ou institutos que se situam próximos às áreas susceptíveis a ocorrência de desastres. Aqui vale ressaltar que, segundo Silva e Santos (2022), o papel das universidades não é somente produzir e manter conhecimentos científicos, mas também conectar a comunidade científica e a sociedade civil.

Reativação dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Durante a fase de resposta à tragédia no RS, praticamente não foi observada a ação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) no contexto da GRD. A bacia hidrográfica é a unidade ideal para gestão integrada de recursos hídricos, desastres naturais, meio ambiente, entre outros (Kobiyama *et al.*, 2023). O governo gaúcho definiu cerca de 25 bacias hidrográficas para o estado e implementou seus comitês, como por exemplo o Comitê do Taquari-Antas e o Comitê de Caí. Embora cada comitê deva atuar na GRD de forma mais efetiva, a falta de atuação foi notada durante a tragédia. Se os Comitês tivessem atuado eficientemente na GRD, a magnitude da tragédia do RS poderia ser bem menor. Todos os Comitês existentes, tanto no estado do RS quanto no Brasil inteiro, devem estar ativos e em pleno funcionamento durante todo o tempo. Durante a ocorrência de um desastre, não há tempo hábil para coordenar ações se essas já não estiverem planejadas.

Relatando danos ambientais e agrícolas devido à tragédia de 2024 do RS, Melgarejo (2024) enfatizou o envolvimento de CBHs para a recuperação ambiental do RS, e sugeriu a retomada do "Programa de Microbacias Hidrográficas". Para facilitar essa reativação, o estabelecimento do Programa Nacional de Bacias Escolas (Kobiyama *et al.*, 2024) é fortemente recomendado. Nesse sentido, esse programa também é de extrema relevância para as comunidades locais. Aqui a bacia escola pode ser definida como uma bacia hidrográfica onde ocorre monitoramento e/ou diagnóstico em campo dos processos e comportamento hidrológico da bacia, sendo utilizada para pesquisas científicas e atividades educativas que promovem o aprendizado de ciências, educação ambiental e desenvolvimento intelectual para todos os cidadãos.

A tragédia de 2024 no RS claramente demonstrou uma necessidade urgente de aumentar a densidade do monitoramento hidrológico de chuva e de vazão no estado do RS. Além disso, é preciso conscientizar a população em termos de processos hidrológicos, a fim de aumentar sua resiliência. Portanto, pode-se dizer que as bacias escolas podem ser uma ferramenta bastante útil nesse sentido.

Educação na gestão de risco de desastres

UNESCO-UNICEF (2011) enfatizaram que a educação é um tópico central para construir cidades resilientes contra os perigos naturais. Kobiyama *et al.* (2023) afirmaram que praticar a "educação para GRD" com base na participação dos moradores locais, torna-se importante em nível de bacias hidrográficas. No ensino formal (educação nas escolas), o tema de GRD deveria ser incluído nas aulas de geografia para capacitar os alunos e, consequentemente suas famílias, a reconhecerem esses perigos. Assim, a temática de GRD deve ser incorporada no currículo do ensino fundamental e médio, especialmente, na disciplina de geografia. Por outro lado, no caso do ensino informal, o uso da bacia escola pode ser prático e eficiente para educar a população geral, por meio do entendimento dos aspectos geográficos e integração com a comunidade local.

Nos locais de ocorrência de movimento de massa, ou seja, regiões montanhosas, os moradores precisam saber identificar os sinais precursores, correspondentes a diferentes tipos de movimentos. Aqui, apresenta-se separadamente, alguns sinais por tipo:

(A) Escorregamentos translacionais:

• A água da nascente aumenta repentinamente seu nível ficando turva, ou para abruptamente;
• Rachaduras aparecem em um trecho íngreme da encosta;
• Pequenos pedaços de cascalho começam a cair pela encosta;
• Árvores entortam, quebram ou caem, produzindo sons estrondosos de madeira rachando;
• Sons estranhos e estrondos podem ser ouvidos vindo da encosta ou ecoando pelos vales;
• Há um cheiro estranho (terra, cheiro de queimado, cheiro azedo, cheiro de madeira, barro podre, cheiro de matéria orgânica, etc.).

(B) Escorregamentos rotacionais:

• Rachaduras (rupturas) e degraus (rejeitos) se formam nas encostas, ou nos patamares planares, ou nas estradas e taludes (principalmente em taludes com cortes irregulares ou muito inclinados);
• A alvenaria começa a ceder ou aparecem fissuras nos muros;
• As aberturas da casa como portas, janelas, e portas de correr, ficam soltas, ou repentinamente começam a raspar no chão, dificultando a sua abertura e fechamento;
• O chão vibra;
• A água brota da encosta ou do patamar através de vertentes, ou áreas secas tornam-se encharcadas;
• Parece que o morro ou montanha inteiro(a) está 'rugindo' (estrondos da montanha);
• Ouve-se um som estrondoso, como pedras rachando ou batendo umas nas outras;
• A água do rio ou dos poços ficam repentinamente turvas;
• Os níveis de água em poços, açudes e lagoas mudam rapidamente;
• As árvores, postes e casas se inclinam, caem, ou começam a se afastar;

(C) Fluxos de detritos:

• Como resultado de um escorregamento ou fluxo de detritos que ocorreu rio acima, há estrondos nas montanhas (sons de rochas colidindo, árvores quebrando e encostas desabando);

• A água do canal (arroio, córrego etc.) torna-se repentinamente turva, devido ao aporte de material (solo e rocha) para o canal;

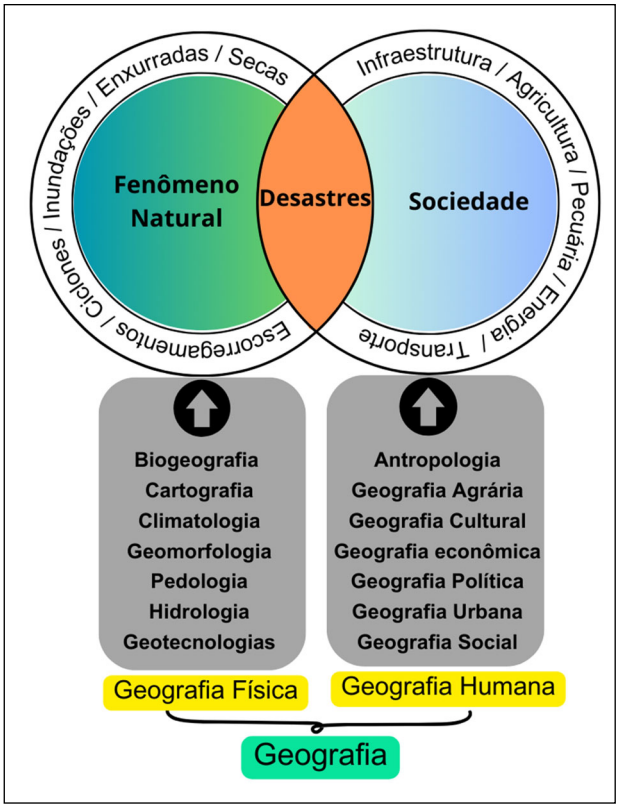
• Mesmo que continue a chover, o nível da água no canal está baixando repentinamente (isso pode indicar a ocorrência da formação de uma barragem natural, bloqueando temporariamente o fluxo do canal);

• Há um cheiro estranho (cheiro de lama, cheiro de queimado, cheiro azedo, cheiro de madeira, etc.);

• Um escorregamento que aconteceu em um determinado local formou uma barragem em uma vertente e uma espécie de lago começa a se formar e acumular muita água.

Essas informações são de extrema importância para que cada cidadão possa se proteger contra diversos tipos de movimentos de massa, reduzindo assim sua vulnerabilidade ao fenômeno. O local onde cada cidadão poderá adquirir tais informações é, certamente, nas escolas (ou ainda em bacias escolas), através do ensino da geografia.

A Figura 13 demonstra, esquematicamente, como a geografia e suas subáreas podem contribuir para a GRD através do entendimento de diferentes aspectos, físicos (fenômeno natural) e humanos (sociedade), onde o desastre reside na interface entre esses aspectos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 13. Abordagem da geografia sobre a ocorrência dos desastres.

A ideia apresentada na Figura 13 claramente implica que, se cada cidadão tiver boa compreensão da geografia, todas as sugestões acima mencionadas, poderão ser atendidas de forma mais eficiente. Por exemplo, segundo Quintanilha e Deus (2022), no mapeamento participativo, os participantes do processo conduzem, de maneira conjunta, as escolhas e construções inerentes à produção cartográfica. Essa condução terá um melhor desenvolvimento caso os participantes tenham bons conhecimentos geográficos.

Conclusões

O presente estudo apresentou o que o GPDEN vem fazendo desde o início da tragédia de 2024 no RS, por meio de observações *in situ* e de comunicações presenciais e remotas com moradores locais. Quanto mais realizam-se trabalhos em campo e comunicações presenciais, mais se confirma a importância e necessidade das observações *in situ* e conversas diretas para troca de informações com moradores locais.

Na comunicação geral (TV, jornal, rádio, artigo, Nota Técnica, entre outros), os termos 'enchente' e 'inundação' são frequentemente encontrados para explicar a tragédia de 2024 do RS, tanto em nível nacional quanto internacional (Borde; Camelo; Pilecco, 2024; Clarke *et al.*, 2024; Davis, 2024; G1 RS, 2024; Martins, 2024; Matins-Filho *et al.*, 2024; Pillar; Overbeck, 2024; Suzin, 2024;). É evidente que o problema das inundações/enchentes foi grave. Entretanto, a equipe do GPDEN, a qual atuou nas áreas de ocorrências de inundação, movimento de massa e enxurrada, afirma que o ponto mais crítico da tragédia de 2024 no RS, foram os movimentos de massa e as enxurradas na região dos Vales. As sugestões acima mencionadas devem ser consideradas, especialmente para preparar a sociedade brasileira contra os movimentos de massa e as enxurradas, os quais são cada vez mais frequentes em ambientes montanhosos no Brasil.

Embora todas as medidas estruturais e não estruturais na GRD sejam importantes, as ações da sociedade devem colocar ênfase na área da educação devido à atual situação socioeconômica no país. Aqui, salienta-se que os resultados mais eficazes serão produzidos se essas atividades forem realizadas a nível local, onde os moradores locais participam, se unam com o espírito voluntário e solidário, e se preparem para os próximos desastres. As palavras-chave na GRD no presente momento devem ser educação geográfica local e criação de NUPDEC.

Referências

ALVALÁ, R. C. S.; RIBEIRO, D. F.; MARENGO, J.A.; SELUCHI, M.E.; GONÇALVES, D.A.; SILVA, L.A.; PINEDA, L.A.C.; SAITO, S.M. Analysis of the hydrological disaster occurred in the state of Rio Grande do Sul, Brazil in September 2023: Vulnerabilities and risk management capabilities. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v.110, 104645, 2024.

ARAÚJO, F. E.; ANJOS, R. S.; ROCHA-FILHO, G. B. Mapeamento participativo: Conceitos, métodos e aplicações. **Boletim de Geografia**, v.35, p.128-140, 2017.

BECKER, R. **Canoas:** Vistoria nos diques indica onde houveram os 'rasgos' na contenção; a dinâmica da tragédia dá um passo à frente. In: Seguinte, 13 mai. 2024. Disponível em: <https://seguinte.inf.br/canoas-vistoria-nos-diques-indica-onde-houveram-os-rasgos-na-contencao-a-dinamica-da-tragedia-da-um-passo-a-frente/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. **Disaster Category** – Classification and peril Terminology for Operational Purposes. Brussels: CRED / Munich: MunichRe Foundation, 2009. 19p.

BORDE, E.; CAMELO, L.V.; PILECCO, F.B. What the tragic floods in Southern Brazil tell us about health-centered climate-resilient development in Latin American cities. **The Lancet Regional Health – Americas**, v.35, 100817, 2024.

BRASIL **Lei No. 12. 608, de 10 de abril de 2012.** Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CASTRO, S.M.; ALMEIDA, J.R. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: Uma revisão. **Sociedade & Natureza**, v.24, p.519-534, 2012.

CLARKE, B. et al. **Climate change, El Niño and infrastructure failures behind massive floods in southern Brazil.** London: Imperial College London, 2024. 56p. DOI: https://doi.org/10.25561/111882

COLLISCHONN, W.; RUHOFF, A.; CABELEIRA FILHO, R.; PAIVA, R.; FAN, F.; POSSA, T.; PICKBRENNER, K. **Chuva da cheia de 2024 foi mais volumosa e intensa que a da cheia de 1941 na bacia hidrográfica do Guaíba.** Nota Técnica IPH-UFRGS. Porto Alegre: UFRGS, 2024. 8p.

COMITÊ ARARANGUÁ. **Desastres naturais acontecerão, mas o importante é monitorar, educar e estar preparado, alerta especialista.** Araranguá: Comitê do Rio Araranguá, 29 jun. 2024. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-rio-ararangua/noticias-rio-ararangua/item/9923-desastres-naturais-acontecerao-mas-o-importante-e-monitorar-educar-e-estar-preparado-alerta-especialista>. Acesso em 30 jun. 2024.

DAVIS, R. Rio Grande do Sul Flooding, Brazil - April to June 2024. In: **Copernicus Emergency Management Service**, 13 jun. 2024. Disponível em: <https://global-flood.emergency.copernicus.eu/news/170-rio-grande-do-sul-flooding-brazil-april-to-june-2024/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

DEFESA CIVIL RS. **Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS – 20/8.** Porto Alegre: Defesa Civil RS, 2024 Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-10-7-66b67813ba21f-66c4eed627af9>. Acesso em: 28 ago. 2024.

FERREIRA, D.; ALBINO, L.; FREITAS, M.J.C.C. Mapeamento participativo para a gestão de risco de desastres: Região dos Baús, Ilhota – SC. **Revista Brasileira de Cartografia**, n.69/4, p.713-730, 2017.

FALKENMARK, M.; FOLKE, C. The ethics of socio-ecohydrological catchment management: towards hydrosolidarity. **Hydrology and Earth System Science**, v.6, n.1,

p.1-9, 2002.

FUSINATO, E.; HAN, S.; KOBIYAMA, M.; BRITO, M.M. Safe development paradox: evidence and methodological insights from a systematic review. **Natural Hazards**, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-024-06774-z

FRANCK, A.G., KOBIYAMA, M. Investigation and mapping of natural hazards areas related to mass movements in a geopark, in Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences,** v.141, 104926, 2024.

FRANCK, A.G.; GUSMÃO, J.S.; KOBIYAMA, M. Avaliação da influência da resolução do modelo digital de terreno na modelagem numérica de escorregamentos e fluxo de detritos. **Revista Geonorte**, v.12, n.40, p.1-23, 2021.

G1 RS. **Um mês de enchentes no RS: veja cronologia do desastre que atingiu 471 cidades, matou mais de 170 pessoas e expulsou 600 mil de casa**. In: G1 Service, 29 mai. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml#27> Acesso em: 03 jun. 2024.

GOERL, R. F.; MICHEL, G. P.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de áreas susceptíveis a inundação com o modelo HAND e análise do seu desempenho em diferentes resoluções espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.69, n.1, p.61-69, 2017.

GOMES, R.A.T.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; FERNANDES, N.F.; AMARAL JÚNIOR, E.V. Combining spatial models for shallow landslides and debris-flows prediction. **Remote Sensing**, v.5, p.2219-2237, 2013.

GONZÁLES-AVILA, I.; KOBIYAMA, M.; RUOSO, E.G.; CARVALHO, M.M. **Mapeamento Participativo em prevenção de desastres relacionados à água:** Estudo de caso de Comunidade Quilombola São Roque na divisa entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, 26 jun. 2024. Nota Técnica do Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) do IPH/UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/06/Mapeamento_Participativo_VF.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

GPDEN. **Seminário sobre Movimentos de Massa na tragédia de 2024 no RS:** Um prognóstico geral baseado em observações locais. 31 jul. 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/?p=2680>. Acesso em 02 ago. 2024.

GUIMARAENS, R. **A Enchente de 41.** Porto Alegre: Libretos, 2009. 100p.

JIMENEZ-CISNEROS, B. Responding to the challenges of water security: the Eighth Phase of the International Hydrological Programme, 2014–2021. **IAHS Publication**, v. 366, p. 10-19, 2015.

KOBIYAMA, M. **Pesquisador alerta para sequência de desastres climáticos na região**. Entrevistador: Ranieri Zilio Moriggin. Semanário, Bento Gonçalves, 1 jun. 2024. Disponível em: <https://jornalsemanario.com.br/pesquisador-alerta-para-sequencia-de-desastres-climaticos-na-regiao/>. Acesso em: 5 jun. 2024.

KOBIYAMA, M.; PAUL, L.R. Fluxos de detritos: Casos mundiais e brasileiros. In: CABRAL, V.C.; REIS, F.A.G.V.; GRAMANI, M.F.; KUHN, C.E.S.; LIMA E SILVA, O. (orgs.) **Corridas de detritos no Brasil.** Belo Horizonte: Federação Brasileira de

Geólogos – FEBRAGEO, 2022. p.35-44.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F.; FAN, F.M.; CORSEUIL, C.W.; MICHEL, G.P.; DULAC, V.F. Abordagem integrada para gerenciamento de desastres em região montanhosa com ênfase no fluxo de detritos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.7, n. esp, p.31-65, 2018.

KOBIYAMA, M.; MACIEL, J.G.F.; RUOSO, E.G.; FRANCK, A.G.; FAGUNDES, M.R. Lições aprendidas com grandes desastres recentes causados por eventos hidrológicos extremos no Brasil. **Revista Geonorte**, v.14, n.46, p.115-142, 2023.

KOBIYAMA, M.; RUOSO, E.G.; CAMPAGNOLO, K.; SATO, A.M.; FAGUNDES, M.R.; ZAMBRANO, F.C. Bacia escola: Modelo para a gestão integrada dos recursos hídricos. **Revista Geonorte**, v.15, n.51, p.1-28, 2024.

LUGON, A.P.; PALASSI, M.P. Participação dos Núcleos de Defesa Civil do Município de Vitória na Gestão de Desastres Naturais. **Psicologia Política**, v.12, n.24, p.345-361, 2012.

MARTINS, M. **Chuvas no Rio Grande do Sul causam inundação histórica em Porto Alegre**. In: RFI, 04 mai. 2024. Disponível em: <https://www.rfi.fr/pt/mundo/20240504-chuvas-no-rio-grande-do-sul-causam-inunda%C3%A7%C3%A3o-hist%C3%B3rica-em-porto-alegre>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MATINS-FILHO, P.R.; CRODA, J. ARAÚJO, A.A.S.; CORREIA, D. QUINTANS JÚNIOR, L.J. Catastrophic Floods in Rio Grande do Sul, Brazil: The Need for Public Health Responses to Potential Infectious Disease Outbreaks. **Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine**, v.57, e00603-2024, 2024.

MELGAREJO, L. Editorial: Rio Grande do Sul: capitalismo do desastre ou Agroecologia? **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, p.120-130, 2024.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL **Instrução normativa No. 02, de 20 de dezembro de 2016.** Brasília: Diário Oficial da União 245, 2016.

NEGREDO, J.C. A Defesa Civil que não se conhece ou que não se vê. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (orgs.) **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí.** Água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. p.62-69.

OLIVEIRA, F.M.; HOLANDA, T.C.; RAMALHO, A.L.O.S.; KLOECKNER, N.V.R.; MOURA, I.E.M.O.; RICARTE, T.L.; RIBEIRO, K.V. Rains, Tragedies and Media Coverage: Analysis of Floods in Rio Grande do Sul. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.18, n.4, e06861, 2024.

PARK, D.W.; LEE, S.R.; VASU, N.N.; KANG, S.H.; PARK, J.Y. Coupled model for simulation of landslides and debris flows at local scale. **Natural Hazards**, v.81, p.1653-1682, 2016.

PAULA, D. S. de et al. **Nota técnica No 412/2024/SEI-CEMADEN.** São José dos Campos: Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, 2024. 13p. Mapeamento dos movimentos de massa relacionados ao desastre de abril-maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/notas-tecnicas/nota-tecnica-no-412-2024-sei-cemaden-

mapeamento-dos-movimentos-de-massa-relacionados-ao-desastre-de-abril-maio-2024-no-estado-do-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 27 ago. 2024.

PILLAR, V.D.; OVERBECK, G.E. Learning from a climate disaster: The catastrophic floods in southern Brazil. **SCIENCE**, v.385, n.6713, 2024.

POSSANTTI, I.; MULLER, J.; RUHONFF, A. (Eds.). **Cheias no rio grande do Sul –** Base de dados e informações geográficas na região hidrográfica do lago Guaíba e na Lagoa dos Patos em 2024. Porto Alegre: UFRGS, 2024. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/a81d69f4bccf42989609e3fe64d8ef48>. Acesso em: 01 jul. 2024.

QUINTANILHA, B.L.; DEUS, L.A.B. Mapeamento participativo: uma análise de possibilidades para a educação geográfica. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v.12, n.22, p.5-28, 2022.

RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM; mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.3469-3481, 2008.

SILVA, T.S. et al. **Vazões no Rio Guaíba durante os picos da enchente de maio de 2024.** Porto Alegre, 24 jul. 2024. Nota técnica do convênio PORTOS-RS e UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/07/05_Nota-Vazoes-no-Rio-Guaiba-durante-os-picos-da-enchente-de-maio-de-2024.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SANTOS, E.G.; RIBEIRO, M.A.T. A gestão de risco e a participação da comunidade moradora de áreas vulneráveis. In: FREITAS, F; PINHO, I.; RODRIGUES, A.I.; FARIA, B.M.; COSTA, A.P. (eds.) **Investigação Qualitativa em Ciências Sociais:** Avanços e Desafios, Aveiro: Ludomedia, 2020. p.217-229.

SILVA, A.R.; SANTOS, V.M.N. O papel da participação social na Redução de Riscos de Desastres no Brasil. **Labor & Engenho**, v.16, p.1-14, e022012, 2022.

SILVEIRA, A.L.L.; DORNELLES, F.; GOLDENFUM, J.A.; POSSA, T.M.; COLLISCHONN, W.; MORAES, S.R. A histórica cheia de 1941 na bacia hidrográfica do Guaíba. In: ZANANDREA, F.; KOBIYAMA, M.; MICHEL, G.P.; FLEISCHMANN, A.S.; COLLISCHONN, W. (orgs.) **Desastres e água:** eventos históricos no Brasil. Porto Alegre: ABRHidro, 2023. p.29-47.

SMITH, W.S.; SILVA, F.L.; BIAGIONI, R.C. Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência. **Ambiente & Sociedade**, v.22, e00571, 2019.

SUZIN, R.O. **Quatro medidas que poderiam ter minimizado as enchentes no Rio Grande do Sul**. In: Gazeta do Povo. Curitiba, 08 mai. 2024. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/brasil/quatro-medidas-que-poderiam-ter-minimizado-as-enchentes-no-rio-grande-do-sul/>. Acesso em: 01 ago. 2024.

TAKAHASHI, T. **Debris Flow:** Mechanics, Prediction and Countermeasures. Leiden: Taylor & Francis/ Balkema, 2007. 448p.

TAVANTI, R.M.; SPINK, M.J. Ações locais e prevenção: Um estudo com adolescentes que vivem em áreas de risco socioambiental. **Ambiente & Sociedade**, v.17, p.213-232, 2014.

UNESCO. **IHP-IX:** Strategic Plan of the Intergovernmental Hydrological Programme: Science for a Water Secure World in a Changing Environment, ninth phase 2022-2029. Paris: UNESCO, 2022. 51p.

UNESCO Office Bangkok and Regional Bureau for Education in Asia and the Pacific; UNICEF Regional Office for East Asia and the Pacific. **Disaster Risk Reduction (DRR) in education:** an imperative for education policymakers. UNESCO-UNICEF Office, Bangkok, 2011.10p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213925>. Acesso em: 30 jun. 2024.

USACE-HEC **River Analysis System, HEC-RAS v5.0** – User's Manual. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 2016. 547p. Disponível em: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS%205.0%20Reference%20Manual.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

USGS. **Landslide Types and Processes.** United States Geological Survey. 2004. 4p. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf> Acesso em: 10 ago. 2024.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.37, p.130-137, 1980.

VASCONCELLOS, S.M.; KOBIYAMA, M.; DAGOSTIN, F.S.; CORSEUIL, C.W.; CASTIGLIO, V.S. Flood Hazard Mapping in Alluvial Fans with Computational Modeling. **Water Resources Management**, v.35, p.1463–1478, 2021.

ZAMBRANO, F.C.; KOBIYAMA, M.; PEREIRA, M.A.F.; MICHEL, G.P.; FAN, F.M. Influence of different sources of topographic data on flood mapping: urban area São Vendelino municipality, southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.25, e40, 2020.

ZAMBRANO, F.C.; KOBIYAMA, M.; FRANCK, A.G.; GONZÁLES-AVILA, I.; MICHEL, R.D.L.; MACIEL, J.G.F.; RUOSO, E.G. Variação das áreas de inundação observadas em campo durante o desastre de maio de 2024 em Porto Alegre. In: IV Encontro Nacional de Desastres, Curitiba, 2024, Porto Alegre: ABRHidro, **Anais**[...], 2024. 4p. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=16810>. Acesso em: 15 out. 2024.

ZHENG, H.; SHI, Z.; SHEN, D.; PENG, M.; HANLEY, K.J.; MA, C.; ZHANG, L. Recent Advances in Stability and Failure Mechanisms of Landslide Dams. **Frontiers in Earth Sciences**, v.9, 659935, 2021.

ZHONG, Q.; CHEN, L.; MEI, S.; SHAN, Y.; WU, H.; ZHAO, K. Numerical investigation of hydro-morphodynamic characteristics of a cascading failure of landslide dams. **Journal of Mountain Science**, v.21, p.1868-1885, 2024.

EMERGÊNCIA PLANETÁRIA: A IMPORTÂNCIA DA GEOINFORMAÇÃO NO CONTEXTO DO ODS 16 NO BRASIL

PLANETARY EMERGENCY: THE IMPORTANCE OF GEOINFORMATION IN THE CONTEXT OF SDG 16 IN BRAZIL

EMERGENCIA PLANETARIA: LA IMPORTANCIA DE LA GEOINFORMACIÓN EN EL CONTEXTO DEL ODS 16 EN BRASIL

URGENCE PLANÉTAIRE : L'IMPORTANCE DE LA GÉOINFORMATION DANS LE CONTEXTE DE L'ODD 16 AU BRÉSIL

Filipe Bellincanta de Souza[1]

1 Doutorando em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC, edital 62/2024. Membro do Grupo de Pesquisa EcoAção/UNIVALI. Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, bolsista de monitoria de pós-graduação PROMOP/UDESC. Membro pesquisador pela Rede JUST-Side, "Justiça e Sustentabilidade no Território via Infraestrutura de Dados Espaciais", pela Universidade de Coimbra, Portugal. Membro Pesquisador Colaborador do Grupo de Pesquisa de Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco - GPDA/UFSC. Membro pesquisador do Centro Internacional de Direito Ambiental Comparado - CIDCE/CRIDEAU/ECOSOC/UN, Universidade de Limoges, França. Especialista em Gestão SustentÃ¡vel e Meio Ambiente pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR. Bacharel em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI. Lattes: http://lattes.cnpq.br/9993025321834428. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6528-6164. Email: fibellins@gmail.com.

Introdução

A partir da metade do século XX, em decorrência do pós-guerra, a forma como as sociedades e os Estados, com seus atores públicos e privados, passaram a se organizar, vem sendo compreendida como risco ecológico camuflado sob discurso do desenvolvimento a qualquer custo. Nesse contexto, não há apoio à democracia participativa nem às geotecnologias direcionadas ao bem-estar no ambiente, e o desenvolvimento sustentável, aliado à proteção ambiental dos bens comuns em nível local, é ignorado.

Essas problemáticas são levadas em conta com o objetivo de afirmar que a irracionalidade instrumental é o ponto de partida para a compreensão da governança sobre desastres e eventos climáticos, e serão correlacionadas ao relatório "*Making Peace With Nature*" do Programa Ambiental das Nações Unidas – PNUMA (sigla em inglês: UNEP), para demonstrar a importância de estabelecer atitudes ecológicas sobre a governança de desastres e eventos climáticos seus efeitos adversos.

O contexto pandêmico da Covid-19 agravou a vulnerabilidade com inter-retro-ações socioecológicas, pela falta de rigidez moral nas vias econômicas e pelos descompassos entre a antroposfera e a biosfera, sobretudo nos modos de vida resultantes das dificuldades nos processos de desenvolvimentos e de civilização tecnológica. Isso pode levar a Humanidade à uma crise intergeracional, dada como uma soma de crises causadas pelo homem no passado, no presente e no futuro do Sistema Terrestre e da saúde pública.

Em resposta à emergência planetária, será feita, com o uso do geoportal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, vinculado à Agenda 2030 em sua operacionalidade, uma compreensão analítica para a adaptação climática. Mediante o uso da geoinformação nacional oficial e qualificada, será demonstrado como está distribuído o ODS 16, a fim de estabelecer ligações entre o conteúdo do relatório *Making Peace with Nature* e a noção de como a geoinformação influencia no bem-estar territorial.

A governança, de caráter antropocêntrico, precisa aderir, em suas ações, ao desenvolvimento sustentável, a fim de garantir a segurança humana em nível interespécies como recurso de estabilidade civilizatória e vivência ecológica territorializada, haja vista a possibilidade de promoção de sociedades pacíficas, instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis, com a promoção da geoinformação como estratégia de coesão territorial.

A dimensão humana na sociedade de risco: emergência planetária

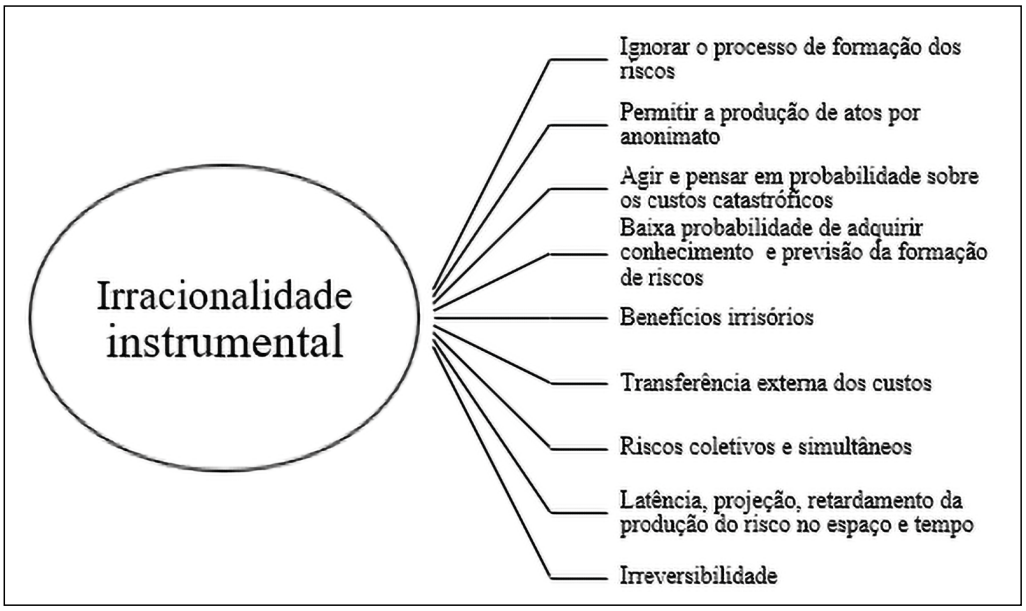
A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 – CRFB/88 dispõe que a vida é um direito garantido a todos, de forma irrestrita:

> Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade (Brasil, 1988, texto livre).

Considerando o trecho acima, tem-se que a Sociedade de Risco surge diante da crise da espécie humana, que vive conduzida pela incerteza fabricada em um mundo de descontrole sobre as suas ações e reações. O que se apresenta é um mundo incerto, governado por uma probabilidade de riscos não mensuráveis pela tecnologia, sem respostas sociais compatíveis com a velocidade e a proporção do crescimento tecnológico (Beck, 2011).

Esses desafios se enredam com as ocorrências de catástrofes ambientais, agravados pela ausência de uma estrutura jurídica capaz de lidar com essas situações, pois a Sociedade de Risco se desenvolve perante à fragilidade econômica e caminha sob os efeitos das mudanças climáticas globais, o que reforça a necessidade de aperfeiçoar os instrumentos de justiça e estratégias de Solidariedade (Canotilho; Leite, 2008).

Para fins de compreensão, segue o ciclo de formação dos instrumentos de governança na Sociedade de Risco, conforme demonstrado na Figura 1:



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Leite e Ayala (2004, P. 209).

Figura 1. Pressupostos dos mecanismos de governança na Sociedade de Risco.

Considerando tamanha ingerência, imprudência e até mesmo cegueira moral dos atores governamentais, torna-se evidente destacar as ameaças que podem colocar em risco a paz e a segurança humana:

> a) Guerra entre Estados; b) violência interna nos Estados, inclusive guerras civis, genocídio e violação de direitos humanos em larga escala; **c) Pobreza, doenças infecciosas e degradação ambiental;** d) Armas nucleares, radiológicas, biológicas e químicas; e) terrorismo e f) crime organizado transnacional (Amorim, 2015, P. 128, grifo nosso).

É importante dizer que essas ameaças são tão reais quanto a inércia da maioria dos atores globais em alcançar a paz efetiva, o que pode ameaçar a perpetuação da espécie humana ante aos riscos socioambientais.

Em contraponto aos conflitos internacionais e à ingerência humana global, existe a disposição do direito humano à paz, que é o direito natural dos povos e a fonte motivadora para a Humanidade ultrapassar os desafios correntes (Bonavides, 2015).

Apesar de os países-membros das Nações Unidas terem assumido responsabilidades ao se tornarem signatários da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), não foram exigidos deles deveres para com as situações que porventura venham interferir nos processos decisórios sobre o desenvolvimento e a perpetuação das sociedades contemporâneas.

Isto posto, os Estados precisam se comprometer com a efetivação da paz, para aliviar os impactos dos desastres naturais e dos eventos climáticos sobre os diversos sistemas vivos e sobre povos mais vulneráveis.

Portanto, é sobre a capacidade do ser humano de desenvolver suas liberdades públicas que a Declaração de Luarca sobre o Direito Humano à Paz orienta:

> Vai além da sua estrita ausência de conflito bélico e se vincula ao desenvolvimento econômico, social e cultural dos povos, como condição para a satisfação das necessidades básicas dos seres humanos, eliminação de todo o tipo de violência, assim como para o efetivo respeito aos direitos humanos. (Conpaz, 2007, P. 06).

A CRFB, em seu inciso VI, Art. 4, integra nesse panorama o Brasil, ao reger suas relações internacionais na defesa da paz. Neste sentido, é possível relacionar a paz ao ambiente reconhecido, como patrimônio natural da Humanidade e via recíproca perante o direito internacional (Soares, 2001).

A urgência pela paz é aspecto fundamental para o desenvolvimento da cultura, ora compreendida como aspecto determinante do comportamento no espaço artificialmente construído, resultando na preservação da biodiversidade.

Mais além, resta imperativo saber o Devir, perante a inserção do direito ao ambiente e à paz, se constrói de caráter intrínseco. Isso ocorre porque o ambiente no âmbito do direito ambiental internacional é essencial para a manutenção da paz, o que influencia os aspectos militares, econômicos e tecnológicos e seus efeitos com impacto, riscos, exposições e perigos no ambiente e aos povos (Husek, 2007).

Além disso, um reexame de consciência retoma a energia dos princípios, pressupostos, objetivos e postulações da CRFB/88 ao estabelecer a paz como eixo de asseveração da democracia de forma ética, porque "aufere a qualidade e a natureza de elementos substanciais, indestrutíveis e inderrogáveis, sobreviventes a todas as épocas e a todas as gerações" (Bonavides, 2015, p. 600).

Tendo a compreensão de que a paz é um direito, sem a sua inserção na conscientização e na reeducação dos povos, pode não ser possível atingir um Estado de Direito soberano, tampouco alcançar um supremo direito da Humanidade (Bonavides, 2015).

Portanto, há uma interdependência entre os direitos e a paz. Nessa relação, o desrespeito à vida é correspondente à incompatibilidade dos direitos humanos com a guerra. Nessa comparação, nota-se a importância da paz na proteção dos direitos. Por isso, demonstra-se que, sem essa resolução, a Humanidade não atingirá o equilíbrio entre o terror e a paz (Bobbio, 2009).

Considerando o caráter universal dos direitos humanos e sua aplicação a todos os povos sob efeito *erga omnes,* firma-se na ideia que os cidadãos estão interligados e integrados, por meio das ações em suas comunidades, com a plataforma internacional.

Essa afirmação evidencia que "sem os direitos humanos, a proteção ambiental não poderia ser realmente executada. E, vice-versa: sem a inclusão do ambiente, os direitos humanos estariam em perigo de perder a sua função essencial, que é a proteção da vida humana, do bem-estar e da integridade" (Bosselmann, 2010, P. 16-17).

Então, a proteção ambiental se torna ética quando as estratégias e agendas ganham corpo em alcançar o escopo da realidade a fim de estabelecer o exercício da cidadania e bem-estar coerente entre as normas internacionais-nacionais nos contextos de catástrofes e desafios ambientais (Lavieille; Bétaille; Prieur, 2011).

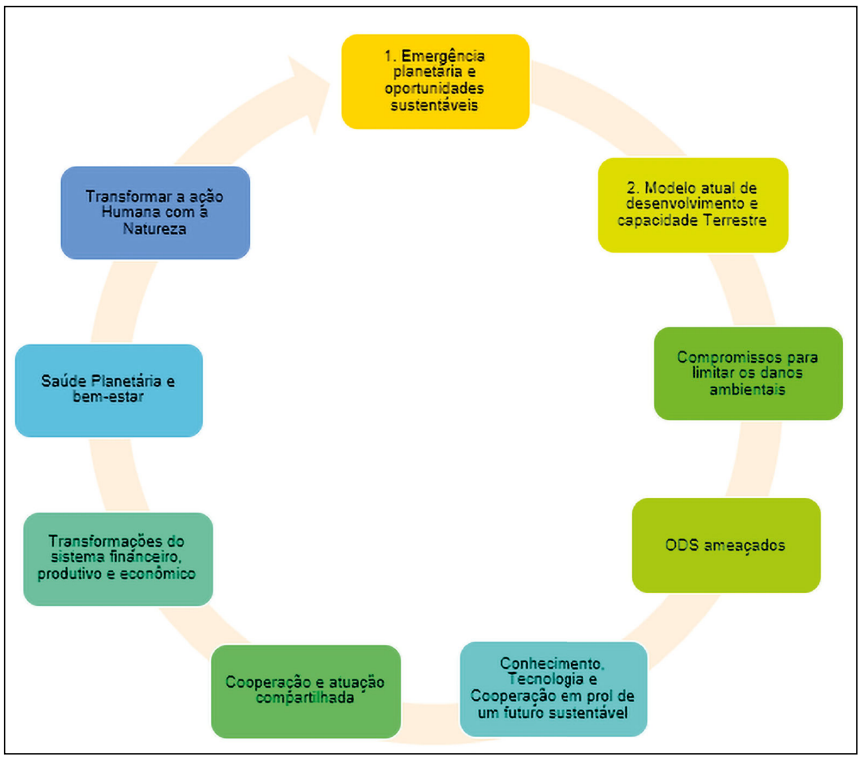
O relatório *"Making Peace with Nature"*

Diante da emergência climática, da crise de biodiversidade e da poluição, reconhece-se o verdadeiro valor da Natureza e de investir em atividades de restauração e conservação (UNEP, 2021), além da necessidade urgente de transformar a relação humana com a Natureza, devido o sofrimento causado pela crise planetária.

Há décadas os esforços internacionais giram em torno de reconhecer a notoriedade da Natureza e encarar os danos ambientais como oportunidades para a equidade. Em razão disso, no dia 18 de fevereiro de 2021, um grupo de especialistas da diretoria executiva do Programa Ambiental das Nações Unidas – PNUMA, reuniu um compilado de relatórios (do IPCC, da FAO, do FMI, da OMS, do Banco Mundial e de muitos outros órgãos globais) e realizou avaliações sobre a interface entre ciência, políticas e desafios ambientais correntes, cujos resultados culminaram no Relatório "Fazendo as pazes com a Natureza" – *Making Peace with Nature* (UNEP, 2021).

Reconhecer a importância da natureza se torna indispensável para liberar medidas estruturais e não-estruturais que beneficiam a sustentabilidade e garantem a saúde e bem-estar, como, por exemplo, diques de contenção de inundações; obras de engenharia e tecnologia; satélites, geoinformação e geotecnologia; logística humanitária; ações de solidariedade e projetos de desenvolvimento. As crises apresentam oportunidades de construir uma economia global ligada à neutralidade carbônica (UNEP, 2021).

Um futuro sustentável com fontes de energias renováveis e Soluções Baseadas na Natureza pode criar gerar empregos, infraestruturas mais limpas e um mundo mais inclusivo (UNEP, 2021). Para contemplar tais medidas, segue o escopo temático da interface da realidade socioecológica na Figura 2.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em UNEP (2021).

Figura 2. Escopo do relatório Making Peace with Nature.

Para o enfrentamento dessa problemática importa haver uma abordagem global sobre a dimensão dos desafios internacionais que atingem a Humanidade, como, por exemplo, as afetações socioambientais e as suas consequências na dimensão humana (Souza; Yoshida, 2019).

Ademais, a adaptação climática exige abordagem global, pois a poluição da atmosfera e dos recursos hídricos, a necessidade de proteção da biodiversidade e a ocorrência das mudanças climáticas implicam na implementação da sustentabilidade, a fim de que os Estados, em nível nacional, consigam, desempenhar suas obrigações e responsabilidades (IPCC, 2014).

Os debates sobre a temática ambiental e as obrigações governamentais vêm ganhando força desde a Declaração de Estocolmo de 1972, haja visto que a quantidade de desafios ambientais vem aumentando, segundo o conteúdo dos relatórios do IPCC sobre aquecimento global, mudanças climáticas, perda da biodiversidade e riscos setoriais na dimensão humana colapsada (UNEP, 2021). O cenário recente da pandemia da Covid-19 escancarou a necessidade de enfrentamento dessas problemáticas.

Portanto, a segurança humana precisaria entrar nas pautas governamentais, pois a policrise global já se tornou uma emergência planetária devido a ruptura dos limites planetários da Terra em relação à necessidade de se garantir um futuro sustentável (Talukder; Vanloon; Hipel, 2022; Morin, 2011).

Um ponto fundamental é a relação da paz com a natureza, sendo esse o caminho de transformação socioeconômica da sociedade, pois o efeito direto dessa relação é o bem-estar social, com os ODS no centro das iniciativas dos atores públicos, privados e cidadãos comuns (UNEP, 2021).

Esses fundamentos são consonantes com a Agenda 2030, que serve como um guia para a paz, prosperidade das pessoas do Planeta, para que se mantenham indivisíveis como aspectos supremos de uma visão transformadora, cujos requisitos são a inovação, a tecnologia, o aprendizado, a Solidariedade e a adaptação (Souza, 2017).

Tendo isso como ponto de partida para a governança, o Sistema Terrestre põe a sistemática humana em cheque, cuja sobrevivência e bem-estar refletem que a relação antropocêntrica que cresce vertiginosamente demanda uma atuação compartilhada e cooperativa para alcançar a dimensão ambiental em prol de promover sociedades pacíficas (UNEP, 2021; Souza, 2017).

É preciso considerar a capacidade finita do Sistema Terrestre como sistema natural provedor do bem-estar humano. Os sistemas vivos são interligados, resultando em impactos diretos nos fatores sociais, econômicos e culturais que envolvem áreas como a educação, o acesso à tecnologia, a adaptação climática, os valores sociais, a distribuição de renda, os instrumentos e os mecanismos de governança, esses últimos como eixos para solucionar conflitos na compreensão dos riscos dos eventos climáticos (IPCC, 2014).

Os impactos na biodiversidade, a Camada de Ozônio e a incidência da Sustentabilidade

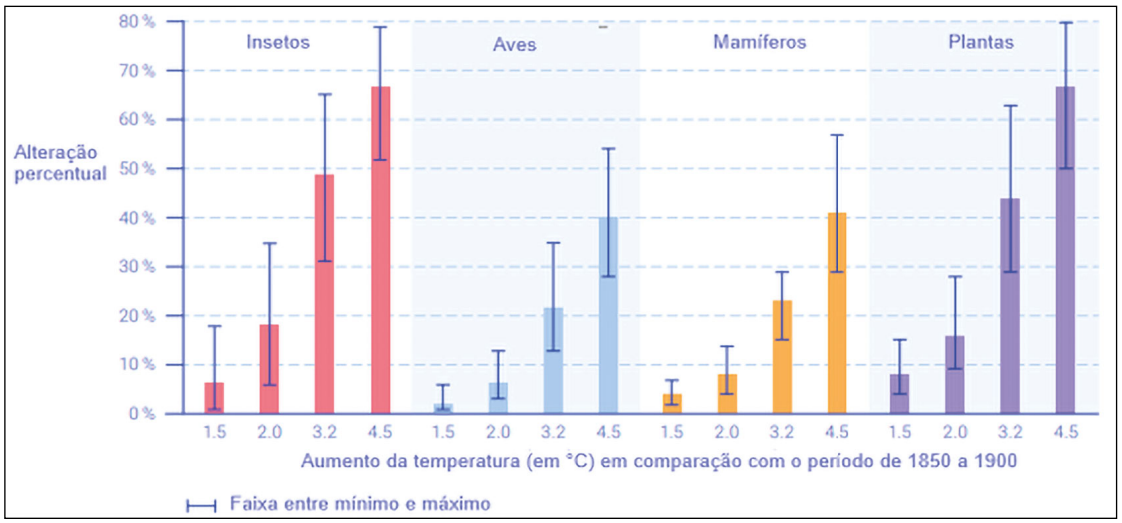
A luta pela sobrevivência demonstra a dependência interespécies e evidencia a inequidade nos sistemas não-vivos injustamente distribuídos, em que os "humanos dependem do espaço finito da Terra e recursos, bem como a sua capacidade de regenerar energias renováveis, absorver resíduos e sustentar a vida" (UNEP, 2021, p. 51, tradução nossa).

A Natureza "fornece benefícios materiais e imateriais cruciais para o bem-estar humano e regula o Sistema Terrestre sob funções que asseguram condições de vida e protegem as pessoas de danos" (UNEP, 2021, p. 51, tradução livre). Tem-se que a "mudança

ambiental é impulsionada pela aceleração das atividades humanas que resultam de uma série de causas subjacentes ancorado em valores sociais, comportamento e governança" (UNEP, 2021, p. 14, tradução livre).

Na dinâmica ambiental, a degradação e a transformação da Terra configuram em torno de ¼ (um quarto) das emissões de gases de efeito de estufa na última década. A questão da degradação é reconhecida como um problema global, mas as abordagens para tratar do problema têm sido inadequadas e fragmentadas. As dificuldades de cumprimento do Acordo de Paris se acentuam no limite do aquecimento global decorrente das ações antrópicas, que resultaram no aumento da temperatura na Terra em mais de 1 ºC desde o período industrial. (UNEP, 2021).

Os objetivos de proteção da vida na Terra não foram completamente alcançados, e a perda da biodiversidade é crescente. Ainda que, durante a pandemia da Covid-19, as emissões de gases de efeito estufa foram reduzidas, a redução foi temporária e o cenário pandêmico criou novos riscos aos ecossistemas humanos e naturais (UNEP, 2021), conforme demonstrado pela Figura 3.



Fonte: Traduzido pelo autor, extraído de UNEP (2021, p. 79).

Figura 3. Espécies em risco de perder mais de 50% de sua distribuição geográfica devido as mudanças do clima.

É inegável a influência climática na biodiversidade, sendo que a redução dos gases de efeito estufa está diretamente relacionada com a redução da poluição do ar. No entanto, a poluição das águas configura líder da perda da biodiversidade, de serviços ecossistêmicos sobre água potável e de ecossistemas costeiros (UNEP, 2021).

Por efeito, isso evidencia que a sobrevivência humana depende dos recursos planetários. Encontramo-nos em um ponto de arqueamento frente a degradação ambiental nas regiões tropicais, em que sutis alterações no ambiente podem elevar a grandes mudanças (Roque *et.al*, 2018).

Devido a perda da biodiversidade, acentua-se a dependência humana dos sistemas vivos, ao passo que mais e maiores objetivos são acordados em nível internacional, com

os povos e suas ações antrópicas mudando o sistema climático da Terra, o que inclui as mudanças climáticas e a falta dos serviços ecossistêmicos ao rompimento dos ODS (UNEP, 2021).

Esses reflexos atingem também a regulação, pois, mesmo com divergências e afetações, houve vitórias da governança mundial para o clima, como o aumento da recuperação da Camada de Ozônio devido medidas de proteção (UNEP, 2021), o que assevera a Convenção de Viena de 1985 e o Protocolo de Montreal de 1987, que regimenta sobre substâncias que destroem a Camada de Ozônio.

Infelizmente, a pandemia da Covid-19 impactou o bem-estar humano, e retrocedeu os avanços ambientais e a implementação dos ODS ao ponto de inércia, com consequências globais que colocam em risco a paz e a segurança mundial (UNEP, 2021), o que será discutido a seguir.

ODS 16: Paz, instituições fortes e acesso à justiça em todos os níveis – o uso da geoinformação

Os desafios frente aos limites planetários vêm sendo discutidos desde as últimas décadas do século XX, e vêm sendo considerados como crise da civilização humana, enquanto espécie. As condições de sustentabilidade da Terra, com base ecológica e normas jurídicas e sociais, estão admitidas no âmago da relação sociedade-natureza, em que a sustentabilidade ecológica e a equidade são capazes de oferecer a reconstrução do conhecimento de forma integrada (Leff, 2002), em prol de: "a) explicar as causas históricas da degradação ambiental b) diagnosticar a especificidade de sistemas socioambientais complexos; c) construir uma racionalidade produtiva fundada no planejamento dos recursos" (Leff, 2002, p. 60), na perspectiva de um desenvolvimento sustentável.

As capacidades coletivas e difusas de proteção ao ambiente e aos vulneráveis vêm sendo aviltadas com desigual acesso à informação, à participação pública e à justiça ambiental, o que prejudica a resiliência e a equidade, cujo fortalecimento, em todos os níveis, depende da realização do ODS 16 – paz, instituições fortes e acesso à justiça em prol de contemplar o rol de dimensões que permeiam a Natureza na sua integralidade (Souza; Yoshida, 2019).

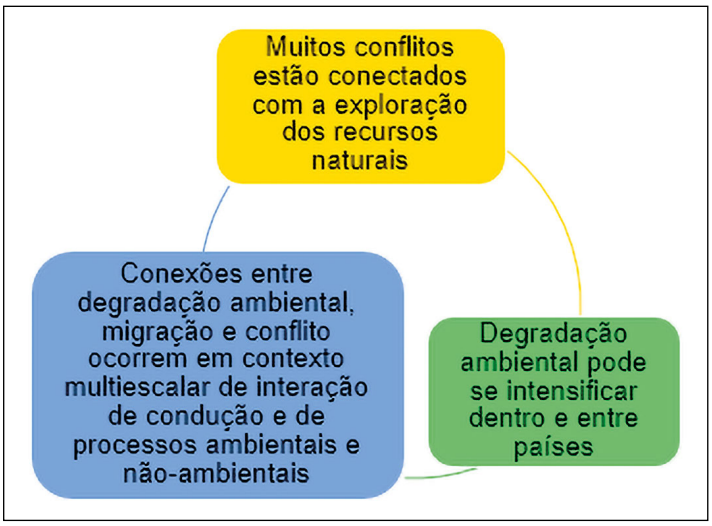
Assim, a sustentabilidade vincula projetos de desenvolvimento e políticas com "medidas substantivas de desempenho em um determinado domínio e elementos processuais relacionados ao aumento da responsabilização, melhoria da governança, fluxo de informação e participação" (Haas, 2015, p. 78, tradução livre).

Assim, tem-se o uso da tecnologia e da inovação para dar suporte às medidas de adaptação climática em nível planetário, de forma a estabelecer a harmonia entre a Natureza e o território, pois "o todo ainda pode ser maior do que a soma de suas partes, se as partes forem escolhidas para destacar as interconexões entre as peças do mosaico que constituem o desenvolvimento sustentável" (Haas, 2015, p. 82).

Portanto, é preciso manter o respeito pela natureza, pelos direitos humanos, na justiça e na paz, pois "para atingir este propósito, é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos a nossa responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade da vida e com as futuras gerações" (Earth Charter Comission, 1994, p. 1).

É imperativo posicionar-se pela expansão do uso das tecnologias na esfera ambiental, especialmente da geotecnologia (INPE, 2001), devido a urgente necessidade de fornecer respostas consistentes, éticas e coerentes às urgências e emergências planetárias, pois o ambiente precisa ser tratado como espaço de interesse comum (Leff, 2002; Santinha, 2014).

Considerando a necessidade de os atores globais se esforçarem para atingir a consciência ética nas agendas internacionais de direitos humanos quanto às questões ambientais, sistematizou-se a dimensão do ODS 16, de acordo com a Figura 4.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em UNEP (2021, p. 96) e Souza (2017).

Figura 4. Degradação ambiental impede os esforços para promover a paz pelo ODS 16 - Desafios transnacionais e transfronteiriços.

Foi divulgado, no geoportal oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, um panorama elaborado pela UNESCO sobre indicadores de sustentabilidade no Brasil. As informações são de acesso público e estão alinhadas com a Agenda 2030 sobre os ODS (especificamente o ODS 16), que vão ao encontro dos escopos textual e documental evidenciados pelo Quadro 1.

Quadro 1. Dimensão do Uso da Geoinformação no contexto do ODS 16 no Brasil.

1. DIMENSÃO DO ODS 16 NO BRASIL • Redução da violência e tortura; • Garantir a igualdade ao acesso à justiça; • Redução do acesso ilegal de armas; • Redução da corrupção; • Eficácia, responsabilidade e transparência em todos os níveis; • Democracia participativa ; • Fortalecimento da governança global; • Fortalecimento institucional; • Combate ao terrorismo; • Não discriminação; • Desenvolvimento Sustentável.	A Lei nº 12.527/2011 regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas. Essa norma entrou em vigor em 16 de maio de 2012 e criou mecanismos que possibilitam, a qualquer pessoa, física ou jurídica, sem necessidade de apresentar motivo, o recebimento de informações públicas dos órgãos e entidades. A Lei vale para os três Poderes da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, inclusive aos Tribunais de Conta e Ministério Público. Entidades privadas sem fins lucrativos também são obrigadas a dar publicidade a informações referentes ao recebimento e à destinação dos recursos públicos por elas recebidos. Para os propósitos do monitoramento, a Lei foi então promulgada em 2011 e implementada em 2012 com crescente aderência dos diversos níveis de governo e instituições dentro deles (IBGE, 2022, texto livre).
1.1 MECANISMOS DO ODS 16 ALIADOS À GEOINFORMAÇÃO	
Acesso à informação	
Direito à informação	
Implementação	
Monitoramento	
Enforcement	
Mediação	
Supervisão dedicada	
Apelos	
Exceções frente aos riscos: • segurança nacional; • relações Internacionais; • saúde e segurança pública; • prevenção, investigação e repressão de infrações legais; • privacidade; • interesses comerciais legítimos e outros interesses económicos; • gestão da economia; • administração justa da justiça e privilégio de aconselhamento jurídico; • conservação do meio ambiente; • elaboração de políticas legítimas e outras operações de órgãos públicos.	

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em IBGE (2022).

A geoinformação desempenha um papel fundamental na promoção de mecanismos de justiça, acesso à informação e fortalecimento das instituições no contexto da crise planetária e da sobrevivência interespécies na Sociedade de Risco. Ela permite a análise e o monitoramento das disparidades espaciais, incluindo as desigualdades socioeconômicas, o acesso aos recursos naturais e a exposição aos riscos ambientais, e facilita o planejamento, a organização e a execução de ações sustentáveis.

Ao disponibilizar essas informações de forma acessível e compreensível, a geoinformação capacita indivíduos, comunidades e organizações a tomar decisões informadas e a advogar por medidas que promovam a sustentabilidade e a justiça

ambiental, o fortalecimento das instituições governamentais, ONG's e outras entidades envolvidas na gestão ambiental e na mitigação dos impactos (INPE, 2001).

A geoinformação permite a criação de sistemas de monitoramento ambiental em tempo real, a elaboração de políticas baseadas em evidências e a avaliação do progresso em direção às metas ambientais. Além disso, facilita a coordenação e a colaboração entre diferentes atores e atos, ajudando a construir parcerias eficazes para enfrentar desafios complexos e multiescalares entre políticas de desenvolvimento socioespacial e de regulação (Souza, 2022).

A geoinformação desempenha um papel significativo na construção da coesão territorial, que se refere à promoção da igualdade de oportunidades e ao desenvolvimento equilibrado em todas as regiões de um determinado território. Aqui estão algumas formas de como a geoinformação influencia positivamente esse processo:

- **Identificação de Desigualdades Territoriais:** A análise detalhada das características geográficas, sociais e econômicas de diferentes áreas podem ser executadas pela tecnologia. Isso inclui o mapeamento de indicadores como renda, acesso a serviços básicos, infraestrutura, educação e saúde. Ao identificar desigualdades territoriais, a geoinformação fornece *insights* valiosos sobre as áreas que podem exigir intervenções específicas para promover a coesão territorial (INPE, 2001; Santinha, 2014);
- **Planejamento Territorial Integrado:** A tecnologia facilita o planejamento territorial integrado, que envolve a coordenação de políticas e ações em nível regional e local para promover o desenvolvimento equilibrado e sustentável. Através do mapeamento e análise de dados geoespaciais, as autoridades podem identificar áreas prioritárias para investimento e desenvolvimento, bem como avaliar o impacto potencial de projetos e políticas em diferentes regiões (Santinha, 2014);
- **Monitoramento e Avaliação de Políticas:** A geoinformação é fundamental para o monitoramento e avaliação de políticas territoriais. Ela permite acompanhar o progresso na implementação de medidas de desenvolvimento territorial, identificar áreas onde as políticas estão funcionando conforme o planejado e onde podem ser necessários ajustes. Isso ajuda a garantir que os recursos sejam alocados de forma eficaz e que as políticas estejam contribuindo para a redução das disparidades territoriais (INPE, 2001);
- **Participação e Engajamento Comunitário:** A participação e o engajamento das comunidades locais na tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento territorial são influenciados pelas ocorrências correntes. Isso pode incluir o uso de ferramentas de mapeamento participativo, onde os moradores podem contribuir com informações sobre as necessidades e desafios de suas áreas. Ao envolver as comunidades no processo de planejamento e implementação de políticas, é possível garantir que suas vozes sejam ouvidas e que as soluções propostas atendam às suas necessidades (Weston; Bollier, 2013).

Desse modo, a contento, a geoinformação providencia um papel crucial na construção da coesão territorial, fornecendo às autoridades e às partes interessadas ferramentas acessíveis e confiáveis para identificar desigualdades, planejar intervenções eficazes,

monitorar o progresso e envolver as comunidades locais no processo de desenvolvimento das liberdades públicas.

Considerações finais

A necessidade de promover o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental tornou-se urgente diante dos desafios transnacionais contemporâneos. A governança eficaz, que inclui a incorporação dos ODS e o uso da geoinformação no contexto do ODS 16, é essencial para identificar os problemas e planejar, organizar e executar as atividades de sustentabilidade para enfrentar os riscos de desastres e eventos climáticos.

A dinâmica da natureza é plural e permite a transformação da espécie humana, cuja diversidade promove a resiliência e a adaptação climática face à emergência planetária. É preciso reconhecer os conflitos perpetrados na dimensão humana, no âmbito da Sociedade de Risco, que engloba as diferenças socioeconômicas, com uma visão para um mundo sustentável que acolha diferentes visões, culturas e interesses, isto é, onde a coexistência seja possível. O respeito aos sistemas vivos reconhece a interação local como uma via de mão-dupla entre Sociedade-Natureza para o desenvolvimento de uma sociedade inclusiva e equitativa. Isso leva à transformação em prol da sustentabilidade e da harmonia entre o planeta e os seus habitantes.

O desenvolvimento de sociedades pacíficas e inclusivas, em todos os níveis, é crucial para garantir a estabilidade civilizatória e a vivência ecológica territorializada. A integração do ambiente com a geoinformação é necessária para garantir um futuro sustentável para as gerações vindouras, pois conhecimentos geoespaciais configuram inovação para a concepção de uma visão compartilhada entre as esferas privadas e públicas, para desenvolvimento dessas sociedades.

Em nível territorial, a geoinformação melhora a gestão ambiental e promove a sustentabilidade, e a coexistência harmoniosa como resposta à emergência planetária, pois permite a análise espacial e o mapeamento de dados ambientais, facilitando a tomada de decisões informadas na gestão do território, no planeamento urbano e na conservação dos recursos naturais, ao desenvolvimento sustentável e à restauração de habitats.

Ao compreender os padrões climáticos, os atores sociais podem desenvolver estratégias adaptativas e medidas de resiliência, como os sistemas de alerta precoce, as redes de sensores, e o monitoramento pela inteligência artificial, o que pode melhorar a detecção precoce de ameaças humanas no ambiente, como poluição, a degradação ambiental e catástrofes, mitigando os riscos, protegendo os ecossistemas e adaptando-se aos eventos climáticos, com prevenção.

A geoinformação desempenha um papel crucial na promoção do desenvolvimento sustentável e da paz no contexto da emergência planetária, porque contribui para a resolução de conflitos nas áreas de competição por recursos naturais, uso do solo, cobertura de vegetação e saúde ecossistêmica. Assim, os decisores podem implementar práticas sustentáveis de

gestão de recursos e mapeamento de injustiças territoriais. Ao visualizar dados espaciais relacionados com a utilização do solo, recursos hídricos e infraestruturas, os atores podem identificar potenciais fontes de conflito e trabalhar no sentido de soluções pacíficas através do diálogo e, assim, implementar práticas sustentáveis de gestão de recursos que promovam a conservação, a resiliência e o acesso equitativo.

Isto posto, o ODS 16 serve como ferramenta de visualização de eventos climáticos extremos e seus impactos nos ecossistemas e nas comunidades, porque a RRD, combinada com a geoinformação, desempenha um papel crítico nos esforços de preparação, resposta e recuperação de desastres. Ao mapear áreas vulneráveis, avaliar os riscos e desenvolver sistemas de alerta precoce, pode-se aumentar a resiliência às catástrofes naturais e minimizar os seus impactos nas comunidades e nos ecossistemas. Os dados geoespaciais podem apoiar o planejamento da evacuação, a coordenação da resposta a emergências e a reconstrução pós-desastre.

Na adaptação aos eventos climáticos, a geoinformação ajuda a compreender os impactos das mudanças climáticas nas paisagens, habitats e comunidades. Ao analisar dados climáticos, modelar cenários e visualizar tendências climáticas, os decisores podem desenvolver estratégias de adaptação que mitiguem riscos, aumentem a resiliência e promovam o desenvolvimento sustentável face às mudanças nas condições ambientais.

Com isso, é possível desenvolver a construção da paz e a sua manutenção com a diplomacia preventiva, em que a geoinformação, apoiada nos esforços de construção da paz, mapeia a dinâmica do conflito, identifica áreas de tensão e promove o diálogo entre as partes. Ao visualizar dados espaciais, as partes interessadas podem promover a compreensão, a confiança e a cooperação em contextos pós-conflito, contribuindo para a paz e a estabilidade a longo prazo.

Ao aproveitar o poder da geoinformação para o desenvolvimento sustentável e os esforços para a consolidação da paz, as partes interessadas podem enfrentar desafios planetários complexos, promover a gestão ambiental e construir sociedades resilientes e pacíficas em um planeta interligado, que se revela exponencialmente como um ser vivo em reação ao modo como é tratado, cujos efeitos são inegavelmente sentidos na dimensão humana na Sociedade de Risco.

Referências

AMORIM, J. A. A. **A ONU e o meio ambiente, direitos humanos, mudanças climáticas e segurança internacional no século XXI.** 1ª ed., São Paulo: Atlas, 2015.

BECK, U. **Sociedade de risco:** Rumo a outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2011.

BOBBIO, N. **O terceiro ausente**: ensaios e discursos sobre a paz e a guerra**.** Barueri: Manole, 2009.

BONAVIDES, P. **Curso de direito constitucional**. 30ª ed., São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2015.

BOSSELMANN, K. Direitos Humanos, Meio Ambiente e Sustentabilidade. In: SARLET,

I. W. **Estado Socioambiental e Direitos Fundamentais.** Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora. 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 24 de mar. 2024

BULOS, U. L. **Curso de Direito Constitucional.** 7ª ed., São Paulo: Saraiva, 2012.

CANOTILHO, J. J. G.; LEITE, J. R. M. (orgs). **Direito constitucional ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2007.

CONPAZ. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Declaração de Luarca**: Direito humano à paz. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.comitepaz.org.br/download/Declara%C3%A7%C3%A3o%20de%20Luarca.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Earth Charter Commission. **Carta da Terra.** 1994. Disponível em: <https://earthcharter.org/wp-content/uploads/2021/02/Carta-da-Terra-em-portugues.pdf?x77380>. Acesso em: 18 mar. 2024.

HAAS, P. M. Issue Linkage and the Prospects for SDGs' Contribution to Sustainability. P. 77-82. In: MANCEBO, François; SACHS, Ignacy. **Transitions to Sustainability**. New York: Springer. 2015.

HUSEK, C. R. **A nova (des) ordem internacional - ONU:** Uma vocação para a paz. São Paulo: RCS Editora. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Agenda 2030. **ODS 16.** Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=16>. Acesso em: 18 mar. 2024.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE. 2001.

IPCC – International Panel on Climate Change. **Alterações Climáticas 2014**: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. 5º Relatório sobre mudanças climáticas. 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

LAVIEILLE, Jean-M.; BÉTAILLE, J.; PRIEUR, M. **Les catastrophes écologiques et le droit:** Échecs du droit, appels au droit. Bruylant: Bruxells. 2011.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. 2ª ed., São Paulo: Cortez. 2002.

LEITE, J. R. M.; AYALA, P. A. **Direito Ambiental na sociedade de risco**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.

ROQUE, F. O.; MENEZES, J.; NORTHFIELD, T.; OCHOA-QUINTERO, J. M.; CAMPBELL, M.; LAURANCE, W. Warning signals of biodiversity collapse across gradients of tropical forest loss. **Nature Scientific Reports,** vol. 08, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-19985-9.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024.

SANTINHA, G. O princípio de coesão territorial enquanto novo paradigma de desenvolvimento na formulação de políticas públicas: (re) construindo ideias dominantes.

EURE, vol. 40, nº 119, P.75-97, 2014.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SOARES, G. F. S. **Direito internacional do meio ambiente**: emergência, obrigações e responsabilidades. São Paulo: Atlas, 2001.

SOUZA, F. B. **Ordenamento espacial e jurídico sobre a Redução de Riscos de Desastres no Brasil.** Dissertação. Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental – PPGPLAN. Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Florianópolis/SC. 2022.

SOUZA, F. B. **Noções sobre a dimensão humana dos efeitos das mudanças climáticas globais na afetação do Direito Humano à Paz**. Monografia. Graduação em Direito. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Balneário Camboriú/SC. 2017.

SOUZA, F. B.; YOSHIDA, C. Y. M. A Dimensão Humana Dos Efeitos Extremos Das Mudanças Climáticas Globais: Desafios Da Proteção Aos Povos Vulneráveis. **Revista de Direitos Difusos**, vol. 71, jun, 2019.

UNEP - United Nations Environmental Programme. **Making Peace with Nature.** 2021. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/34948/MPN.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

TALUKDER, B.; VANLOON, G. W.; HIPEL, K. W. Planetary Health & Covid-19: A multiperspective investigation. **One Health**, vol. 15, 100416, 2022.

WESTON, B.; BOLLIER, D. **Green Governance**: Ecological Survival, Human Rights, And the Law of The Commons. Cambridge: Cambridge University Press. 2013.



Rio Jamari/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

CONTRIBUIÇÃO DO MONITORAMENTO ORBITAL DAS QUEIMADAS NA GESTÃO TERRITORIAL: PANORAMA TÊMPORO-ESPACIAL DA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

CONTRIBUTION OF ORBITAL MONITORING OF FIRES IN TERRITORIAL MANAGEMENT: A TEMPORO-SPATIAL OVERVIEW OF THE METROPOLITAN REGION OF GREATER VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO STATE, BRAZIL

CONTRIBUCIÓN DEL MONITOREO ORBITAL DE INCENDIOS EN LA GESTIÓN TERRITORIAL: UNA VISIÓN TEMPORO-ESPACIAL DE LA REGIÓN METROPOLITANA DEL GRAN VITÓRIA, ESTADO DE ESPÍRITO SANTO, BRASIL

CONTRIBUTION DE LA SURVEILLANCE ORBITALE DES INCENDIES DANS LA GESTION TERRITORIALE : UN APERÇU TEMPORO-SPATIAL DE LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE GREATER VITÓRIA, ÉTAT D'ESPÍRITO SANTO, BRÉSIL

André Luiz Nascentes Coelho[1]

Thaís Batista Lovate[2]

Fábio Luiz Mação Campos[3]

Miquelina Aparecida Deina[4]

James Rafael Ulisses dos Santos[5]

1 Pós-Doutor Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/Cepedes-Ufes e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9068-495X. E-mail: alnc.ufes@gmail.com.

2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0084-2456. E-mail: thais.lovate@gmail.com.

3 Professor efetivo do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes Campus Vitória). Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Membro do Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5652-8451. E-mail: fabiomacao@gmail.com.

4 Professora efetiva do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes Campus Vila Velha). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7466-6954. E-mail: miquelina.deina@ifes.edu.br.

5 Coordenador Geral do Ensino da Prefeitura Municipal de Traipu – Alagoas. Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – Membro do Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5652-8451. E-mail: jamesrulisses@gmail.com.

Introdução

O monitoramento orbital por satélites de observação da Terra, dotados de instrumentos sensores remotos que operam na faixa do termal-média, calibrados para detecção de focos de calor/queimadas na superfície do solo são essenciais para geração de análises têmporo-espacias, sobretudo em áreas territoriais extensas ou de difícil acesso, pois dependendo da recorrência, da intensidade do fogo, das características ambientais e atmosféricas, podem resultar em danos severos com a supressão da fauna e flora além, de prejuízos materiais e, em algumas circunstâncias, perdas humanas (Libonati *et al.*, 2021; Kazmierczak, 2015; Coelho; Goulart, 2019).

Cardoso *et al.* (2013) e Jensen (2009) complementam que a queimada e, sobretudo o incêndio[6], possuem importância socioambiental em função da sua influência nas mudanças climáticas e nos impactos diretos e indiretos, tais como: o empobrecimento do solo seguido do desencadeamento de processos erosivos ou de desertificação, a poluição atmosférica com a emissão de gases de efeito estufa, os problemas de saúde pública e reiteram os danos com a destruição do patrimônio público/privado que resulta em prejuízos econômicos e sociais diversos.

Em escala regional, a exemplo de uma metrópole, são identificados recorrentemente como indutores antropogênicos para a suscetibilidade a queimadas os locais de descartes de resíduos sólidos (lixões e aterros clandestinos) nas adjacências de comunidades urbanas da periferia, nos terrenos de brejos com ou sem depósitos de turfa, além das franjas externas das Unidades de Conservação – UCs com práticas negligentes de incêndios criminosos (Coelho; Gimenes; Goulart, 2020; Nunes *et al.*, 2013).

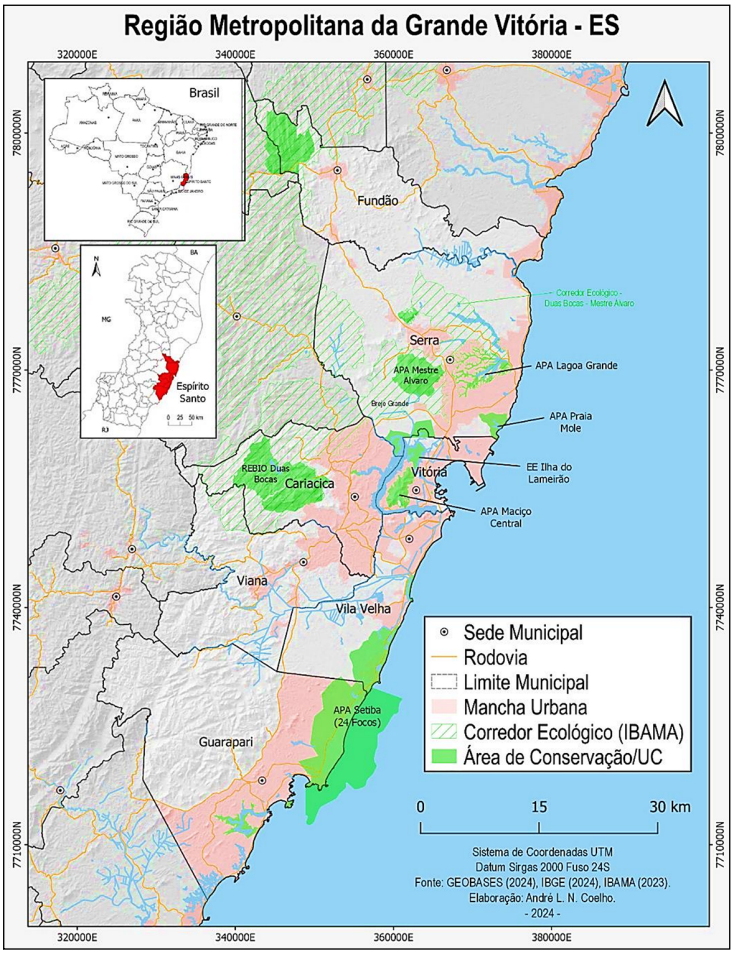
Fica evidente, a partir dessas considerações, que há uma importante interação entre atividades antrópicas, conservação ambiental, mudanças climáticas e redução de riscos, que ratifica a necessidade de se incorporar nas propostas/revisão de planejamentos territoriais, a exemplo do Plano Diretor Municipal, a prevenção dos desastres dessa natureza, tema de grande interesse para toda a sociedade, na qual se inclui a comunidade científica (Coelho; Gimenes; Goulart, *op. cit.*).

Assim, a compreensão da variação espacial e sazonal da ocorrência dos focos de queimadas e incêndios em um recorte espacial, por meio de análises quantitativas e da cartografia digital derivada de um banco de dados geográficos, constituído por uma série histórica até os anos recentes, possibilita estabelecer ações mais eficientes de monitoramento sistemático e combate, consequentemente, na redução da emissão de gases de efeito estufa e resiliência/recuperação de paisagens. Proporciona também, a partir da identificação dos locais mais afetados ou com registros de focos recorrentes, criar estratégias de fiscalização e orientações com práticas de queimadas controladas, evitando algumas das causas de incêndios.

Existem diversos métodos de identificação de frentes de fogo que variam de acordo com as características do local, estrutura/logística e extensão da área monitorada. Podem

ser realizados por meio dos postos de vigilância terrestres ou em torres de observação; pelo patrulhamento por veículos; sobrevoo de avião/helicóptero e do uso de drones/vants, ações estas que são pontuais e de elevados custos econômicos, sobretudo, para órgãos públicos como prefeituras/governos. A tecnologia de Sensoriamento Remoto, em constante avanço e acessibilidade de forma gratuita de seus produtos oriundos de satélites, tais como as imagens do Cbers 4A de até 2,5 metros de resolução espacial, dos dados geoespaciais associados ao uso do SIG - Sistema de Informações Geográficas de código aberto, são considerados na atualidade, importantes ferramentas que propiciam expressivos avanços no tratamento e geração de informações dos focos de queimadas e demais estudos da cobertura terrestre e marinha.

Nessa linha de abordagem, a meta deste trabalho é colocar em evidência a importância do uso dos dados derivados do monitoramento orbital das queimadas e incêndios por satélite de observação da Terra, apresentando um panorama da ocorrência desse fenômeno entre 2003 e 2023 na Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV[7] (Figura 1) e formas de avaliação/validação para constar em estudos ou atuações de fiscalização.



Fonte: GEOBASES (2024); IBGE (2024); IBAMA (2023). Elaborado por André L. N. Coelho.

Figura 1. Localização do objeto de estudos correspondente a uma área de 2.324 km², destacando os municípios, mancha urbana e as áreas de conservação.

Como objetivos adicionais, buscou-se responder às seguintes indagações: 1) É possível, a partir de um conjunto representativo de dados acessíveis de queimadas/incêndios derivados do monitoramento orbital, elaborar um banco de dados geográficos em ambiente SIG de uso livre? 2) Como se dá a distribuição sazonal das queimadas? 3) Quais as áreas mais afetadas? 4) Qual o nível de confiabilidade dos dados de queimadas? Como validar os resultados? 5) Com base nestes dados e informações processadas, é possível contribuir na construção dos planos/ações buscando a redução do risco desse fenômeno, consequentemente, a diminuição da emissão de gases de efeito estufa e suporte na resiliência das paisagens?

Princípios e metodologia empregados na análise das queimadas

A elaboração e análise têmporo-espacial das queimadas/incêndios deve partir de referenciais que abordam a temática, no sentido de obter o conhecimento recente dos sensores acoplados em satélites que detectam frentes de queimadas/incêndios, relatórios, estudos e ações nesta linha em instituições de renome como: Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no portal do Programa Queimadas (INPE, 2024); Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, no Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios - Prevfogo (IBAMA, 2023); além de universidades e outras bases.

A partir desta compilação e leituras sobre o assunto, a etapa seguinte se detém na aquisição e tratamento de Planos de Informações - PIs vetoriais e matriciais de acesso livre, tais como o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/BDQueimadas, Geobases - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo e outros de referência, a exemplo, dos dados geoespaciais empregados neste trabalho (Tabela 1).

Tabela 1. Dados geoespaciais / Planos de Informações utilizados de acesso livre.

Dado	Fonte	Ano
Limite Estadual	IBGE	2024
Limite de Município	GEOBASES	2024
Unidades de Conservação	GEOBASES	2024
Área Urbana	GEOBASES	2024
Rios, Lagos, Oceano	IBGE	2024
Modelo Digital de Elevação	GEOBASES	2024
Focos de Calor (Satélite AQUA-MT)	INPE (Programa Queimadas)	2003 a 2023

Fonte: Organizado pelos autores (2024).

De posse dos dados vetoriais e matriciais, esses são inseridos e processados via Sistema de Informações Geográficas de uso livre QGIS, empregando o Sistema de

Projeção UTM, Datum Sirgas-2000 Fuso 24 Sul. Todo o mapeamento elaborado, seguiu a padronização cartográfica segundo propostas de Menezes e Fernandes (2013) no sentido de desenvolver uma comunicação cartográfica eficiente e objetiva.

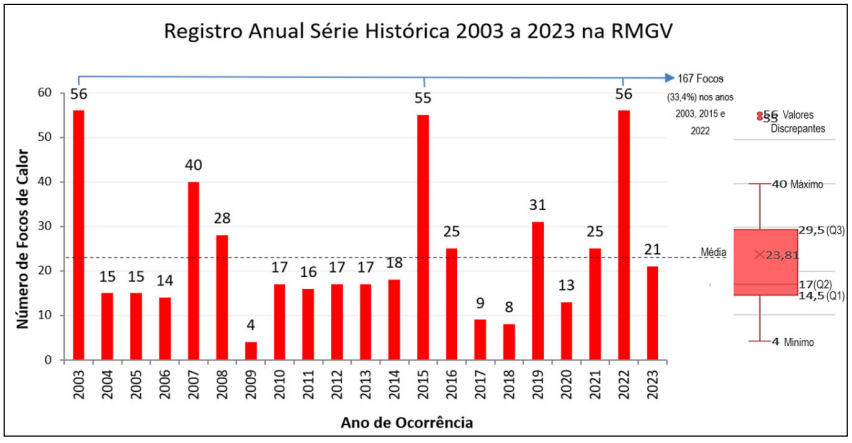
Para a criação do banco de dados com referência espacial, tomou-se como base os registros de fogo/calor do programa Queimadas do Inpe, detectado pelo monitoramento orbital no período de 01 janeiro de 2003 a 31 de dezembro de 2023 derivados do satélite de referência[8] Aqua_MT[9], sensor Modis - *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*. Em função do período de interesse limitar a busca até 365 dias no BDQueimadas, foram baixados 21 arquivos anuais no formato *csv*[10] (*Comma-Separated Values*) para o Estado do Espírito Santo.

A partir dos arquivos anuais *csv* realizou-se a junção destes em um único para compor a série temporal, seguido da exportação para o formato *shp* e exclusão dos municípios externos da RMGV. Após, houve o acréscimo e preenchimento de campos de: coordenadas UTMs "*X*" e "*Y*", "ano", "mês" e "obs" (observação), possibilitando a elaboração de mapas, gráficos e tabelas com base nesses campos[11]. Na sequência, utilizando-se de procedimentos estatísticos, foi estimada a densidade dos focos, fornecendo uma visão geral da distribuição espacial e regiões críticas da área de estudo que foram reclassificados em 3 tipologias de concentrações de incêndio: 1) baixa, 2) média e 3) alta. Quanto à validação dos focos tomou-se como referência as publicações do Inpe, imagens de satélites e campanha de campo.

Análise têmporo-espacial das queimadas/incêndios

Exposição quantitativa

Na Região Metropolitana da Grande Vitória foram identificados, com base nos dados do programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2024), 500 frentes de queimadas e incêndios (Figura 2 e Tabela 2) detectados pelo sensor MODIS nos 21 anos considerados, que compreendem o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2023.



Fonte: Organizado pelos autores (2024).

Figura 2. Distribuição anual dos 500 focos de queimadas na RMGV.

A exposição anual dos focos de queimadas revelou uma média de 23,8 registros com os maiores picos ocorridos nos anos de 2003; 2015 e 2022, respectivamente com 55 a 56 focos. Nestes três anos somaram-se 167 frentes de queimadas/incêndios que representaram 33,4% do total de registros do período analisado e média de 55,7 focos de fogo anuais. Ao analisar a média anual, suprimindo os picos de 2003, 2015 e 2022, têm-se 333 registros com média de 18,5 queimadas por ano. Ou seja, uma diferença significativa de 37,2 focos anuais.

A Tabela 2 evidencia a quantidade de ocorrências/detecções por municípios da RMGV havendo o destaque para o município de Serra com 188 registros, seguido de Guarapari com 99, Vila Velha com 68 e Viana com 57, respectivamente. Revela também, que 63,2% dos focos de fogo anuais ou 316 registros estão acima da média de 23,8 detecções identificadas pelo monitoramento orbital.

Um fator potencializador destes picos de incêndios está relacionado a dinâmica meteorológica regional que foi marcada por bloqueios atmosféricos (Incaper, 2017), resultando em chuvas escassas e temperaturas médias elevadas, características que favoreceram a propagação do fogo, sobretudo, em áreas desprovidas de florestas nativas.

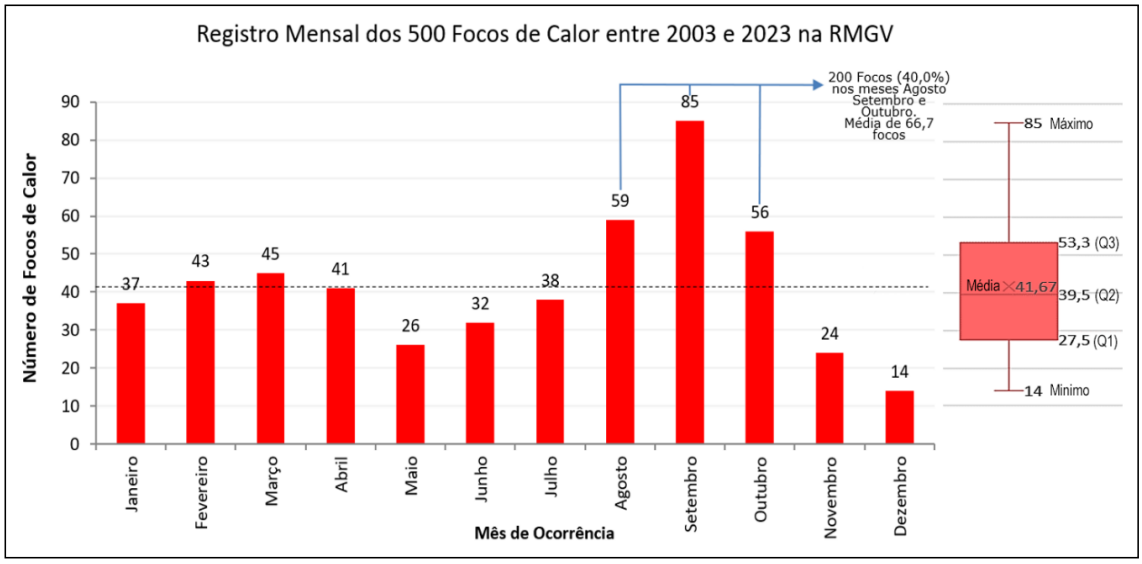
Tabela 2. Clusterização anual e por municípios das queimadas entre 2003 e 2023.

ANO	Serra	Guarapari	Vila Velha	Viana	Fundão	Cariacica	Vitória	Total por Ano	Percentual por Ano
2003	10	20	12	7	5	2	0	**56**	11,2%
2004	5	3	0	1	5	1	0	**15**	3,0%
2005	5	4	1	3	0	2	0	**15**	3,0%
2006	4	0	0	2	6	2	0	**14**	2,8%
2007	20	7	3	4	4	2	0	**40**	8,0%
2008	9	4	5	4	1	4	1	**28**	5,6%
2009	1	1	1	1	0	0	0	**4**	0,8%
2010	3	4	5	2	3	0	0	**17**	3,4%
2011	7	5	2	1	0	1	0	**16**	3,2%
2012	4	1	6	0	3	3	0	**17**	3,4%
2013	7	2	2	1	4	1	0	**17**	3,4%
2014	5	3	7	0	1	1	1	**18**	3,6%
2015	21	21	6	4	0	3	0	**55**	11,0%
2016	9	1	6	5	1	2	1	**25**	5,0%
2017	6	1	0	1	0	0	1	**9**	1,8%
2018	3	2	1	0	2	0	0	**8**	1,6%
2019	6	8	4	7	5	1	0	**31**	6,2%
2020	4	3	1	2	2	0	1	**13**	2,6%
2021	17	2	1	1	2	2	0	**25**	5,0%
2022	30	7	2	10	2	3	2	**56**	11,2%
2023	12	0	3	1	1	4	0	**21**	4,2%
Média	**9,0**	**4,7**	**3,2**	**2,7**	**2,2**	**1,6**	**0,3**	**23,8**	**100%**
Máximo	30	21	12	10	6	4	2	--	
Total por Município	**188**	**99**	**68**	**57**	**47**	**34**	**7**	**Total 500**	
Percentual	**37,6%**	**19,8%**	**13,6%**	**11,4%**	**9,4%**	**6,8%**	**1,4%**	**100%**	
Posição	1	2	3	4	5	6	7		

* Os valores máximos por município estão marcados em cinza.

Fonte: Organizado pelos autores (2024).

Já a análise do gráfico e tabela da série histórica mensal (Figura 3 e Tabela 3) dos focos de queimadas/incêndios revelou os maiores registros pelo sensor entre agosto e outubro, em meses caracterizados por baixos índices pluviométricos, secos e de reduzida umidade relativa do ar, concentrando 40% ou 200 das 500 ocorrências na RMGV, notadamente, nos períodos de maior estiagem. Coincide também, com a estação seca em grande parte do território brasileiro, entre agosto e outubro, época de preparo do solo para o plantio das culturas de verão, crítica para o desencadeamento de incêndios (Torres *et al.*, 2016; Kazmierczak, 2015, Tebaldi *et al.*, 2013).



Fonte:Organizado pelos autores (2024).

Figura 3. Distribuição mensal dos 500 focos de queimadas na RMGV entre 2003 e 2023.

A Tabela 3 evidencia também, nos meses de fevereiro, março, agosto, setembro e outubro, registros acima da média de 41,6 focos. Mostra ainda, que as quantidades máximas de queimadas mensais por municípios estão concentradas nos meses de agosto e setembro caracterizados por serem mais secos e quentes.

Tabela 3. Classificação mensal e por município entre 2003 e 2023

MÊS		Municípios da RMGV								
		Serra	Guarapari	Vila Velha	Viana	Fundão	Cariacica	Vitória	Total por Mês	Percentual por Mês
Janeiro	1	16	14	4	2	0	1	0	**37**	7,4%
Fevereiro	2	20	7	5	5	1	4	1	**43**	8,6%
Março	3	15	10	12	4	4	0	0	**45**	9,0%
Abril	4	11	13	6	2	7	2	0	**41**	8,2%
Maio	5	16	2	3	3	1	1	0	**26**	5,2%
Junho	6	12	6	3	6	1	1	3	**32**	6,4%
Julho	7	17	5	1	3	6	6	0	**38**	7,6%
Agosto	8	19	10	5	11	10	4	0	**59**	11,8%
Setembro	9	26	15	15	7	9	10	3	**85**	17,0%
Outubro	10	23	13	7	11	1	1	0	**56**	11,2%
Novembro	11	7	0	6	2	6	3	0	**24**	4,8%
Dezembro	12	6	4	1	1	1	1	0	**14**	2,8%
Média		**15,7**	**8,3**	**5,7**	**4,8**	**3,9**	**2,8**	**0,6**	**41,6**	**100%**
Máximo		26	15	15	11	10	10	3	--	
Total por Município		**188**	**99**	**68**	**57**	**47**	**34**	**7**	**Total 500**	
Percentual		**37,6%**	**19,8%**	**13,6%**	**11,4%**	**9,4%**	**6,8%**	**1,4%**	**100%**	
Posição		1	2	3	4	5	6	7		

* Os valores máximos por município estão marcados em cinza.

Fonte: Organizado pelos autores (2024).

Já o confronto entre o percentual de focos de queimadas e o percentual de área territorial por municípios da RMGV (Figura 4) tem por objetivo verificar se ocorre uma proporção/relação equilibrada entre a quantidade de focos e a área territorial. Fica evidenciado, a partir dessa análise, uma relação de frentes de queimadas elevada para o território de Serra de 13,9% seguido de Vila Velha com 4,5%, enquanto os demais municípios apresentaram valores mais equilibrados, em sua maioria, e percentuais negativos dos incêndios registrados pelos sensores em relação ao percentual da área.

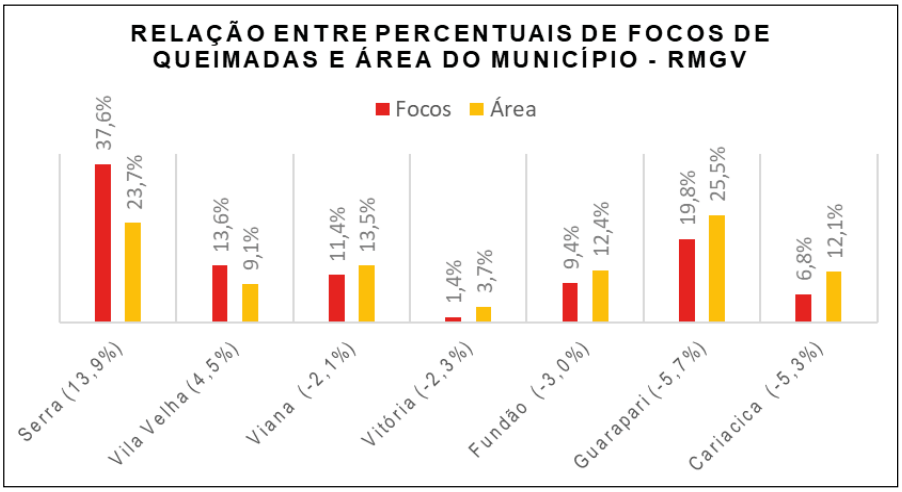
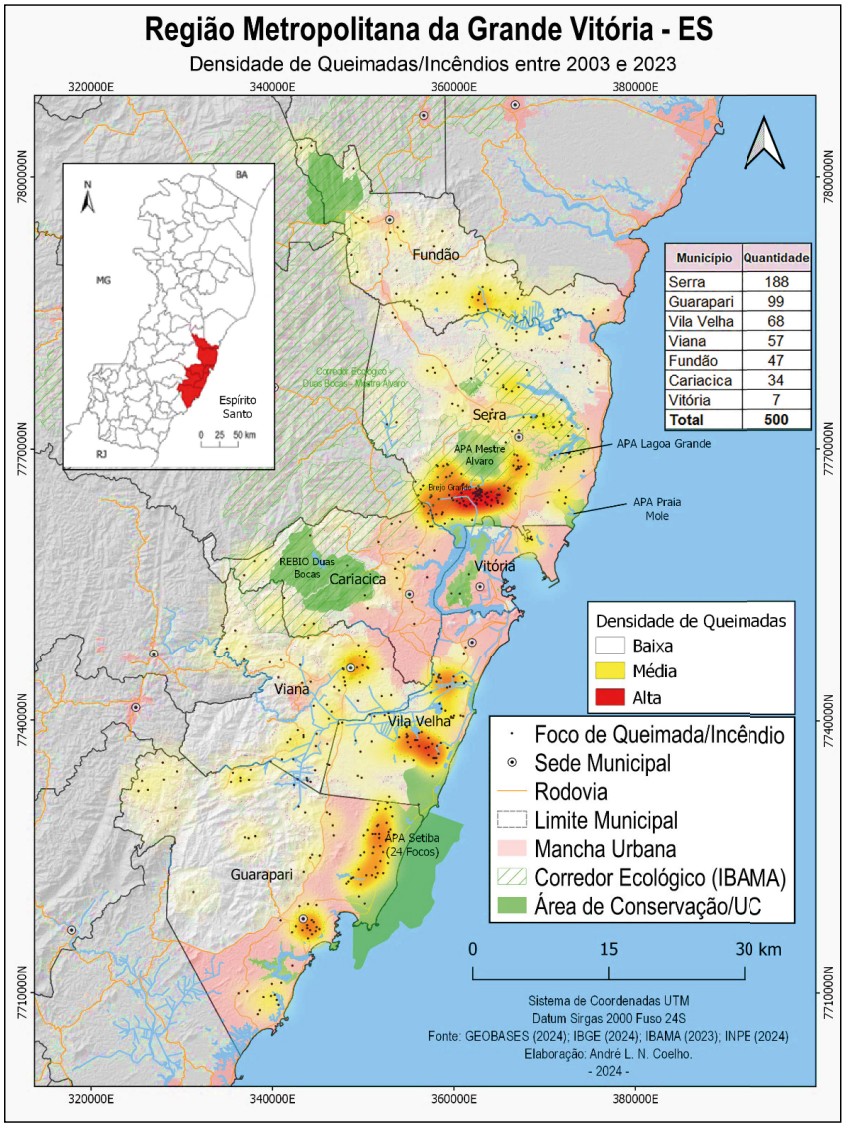


Figura 4. Proporção entre percentuais de focos e área territorial da RMGV entre 2003 e 2023.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Distribuição Espacial

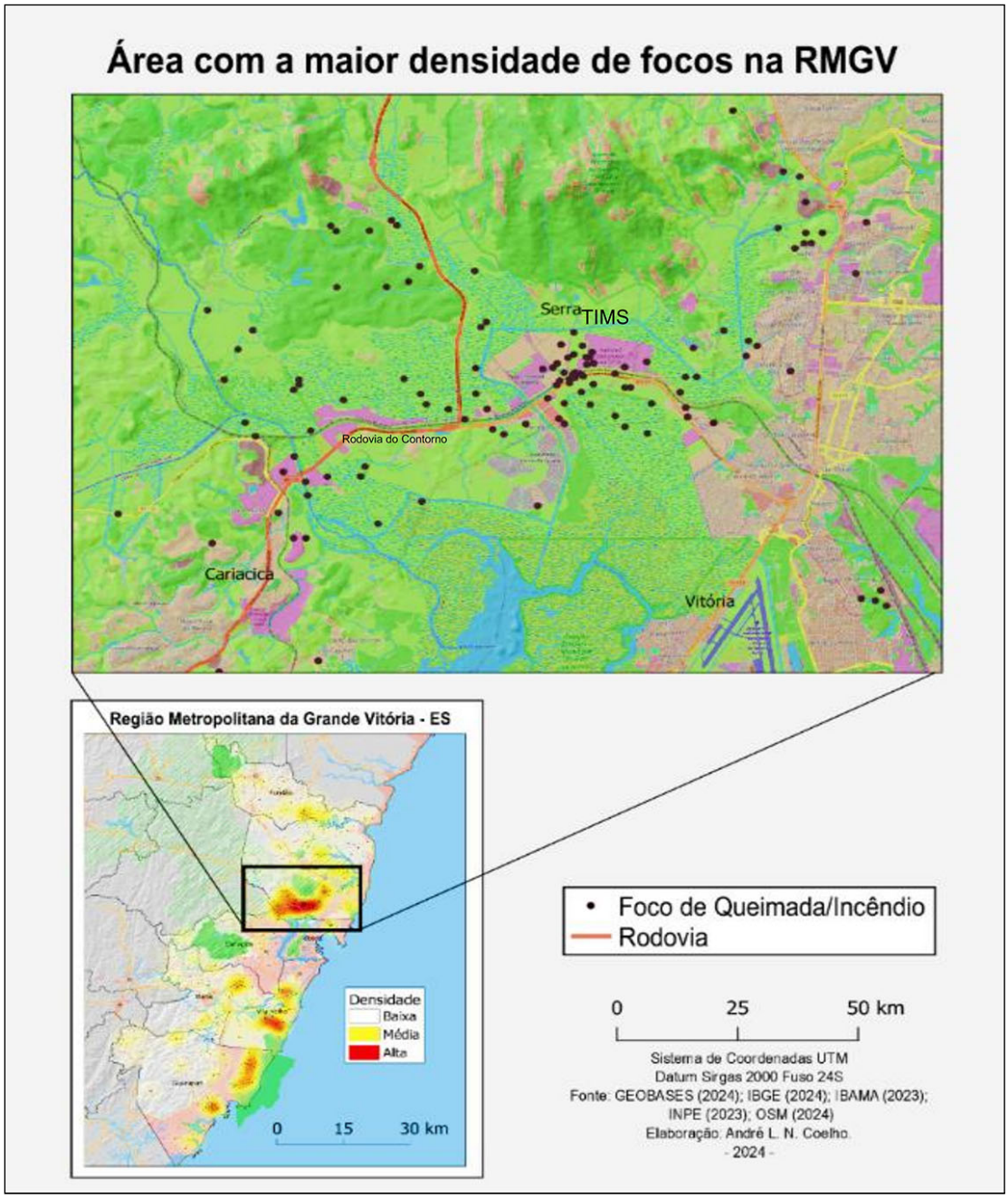
A Figura 5 expressa no mapa de nuvem de pontos a localização dos 500 registros de incêndios/queimadas entre 2003 e 2023, detectados pelo monitoramento orbital na Região Metropolitana da Grande Vitória, fornecendo uma visão sinóptica da distribuição espacial. Apresenta também a densidade destes focos, a partir do estimador Kernel reclassificados em 3 categorias de concentração: 1) Baixa a Nula = 1 a 5 focos a cada 10km²; 2) Média = 6 a 15 focos a cada 10km²; e 3) Alta = >16 focos a cada 10km². Revela os "arcos de queimadas e incêndios" destacando as áreas críticas ou "Alta" nas tonalidades de vermelho, situando-se, sobretudo, na porção centro-sul do município de Serra, porção sudeste de Vila Velha na região de Terra Vermelha e, a nordeste de Guarapari na APA de Setiba, enquanto os registros na classe "Média" em tons de amarelo estão mais distribuídos, de forma zonal, em toda a Região Metropolitana analisada.



Fonte: GEOBASES (2024); IBGE (2024); IBAMA (2023); INPE (2024). Elaborado por André L. N. Coelho.

Figura 5. Nuvem de pontos e densidade de focos de Queimadas/incêndios entre 2003 e 2023 na RMGV. Destaque para o município de Serra-ES.

Já a Figura 6, apresenta o mapa em escala mais detalhada, com a localização de cada frente de incêndio/queimada na porção centro-sul no município de Serra, área de maior densidade de focos na RMGV. Revela que essas queimadas/incêndios estão concentradas ao longo da Rodovia do Contorno (BR-101) nas proximidades do TIMS - Terminal Multimodal da Serra com alguns destes locais caracterizados pelo descarte de materiais de construção e lixo clandestinos, enquanto os outros focos ocorreram nas áreas de solos orgânicos e turfosos adjacentes, na região de Brejo Grande.



Fonte: GEOBASES (2024); IBGE (2024); IBAMA (2023); INPE (2023); OSM (2024).

Elaborado por André L. N. Coelho.

Figura 6. Detalhe da área com a maior concentração de queimadas/incêndios entre 2003 e 2023 em Serra-ES.

Através destes mapas (Figuras 5 e 6) fica evidente a importância do conhecimento dos locais de maior susceptibilidade a queimadas e incêndios pois, estes produtos espaciais servem de base para o direcionamento de ações de redução e de prevenção dos desastres dessa natureza.

Validação dos focos: exemplos em Serra - ES

A confiabilidade e potencial dos registros de queimadas detectados por monitoramento orbital é demonstrando por diversos pesquisadores, em inúmeras publicações do Inpe, em periódicos e relatórios, discorrendo sobre a natureza e causas dos incêndios, a partir da montagem de séries temporais mediante gráficos e mapeamentos (Coelho; Gimenes; Goulart, 2020; INPE, 2024; Kazmierczak, 2015).

De forma a contribuir na comprovação, e ao mesmo tempo, mostrar as possibilidades de elaboração de provas/evidências e avaliação dos focos de queimadas para constar em relatórios, atuações de fiscalização, artigos e demais trabalhos, são apresentadas quatro alternativas: validação instantânea, validação por imagens temporais, validação por reportagem/jornal e validação extraído do programa queimadas do INPE/BDQueimadas.

Validação Instantânea

A validação instantânea se dá por meio de campanhas de campo no momento do incêndio. Como exemplo, no dia 03/12/2023 foi identificado um foco na área com maior densidade de queimadas da RMGV no município de Serra-ES.

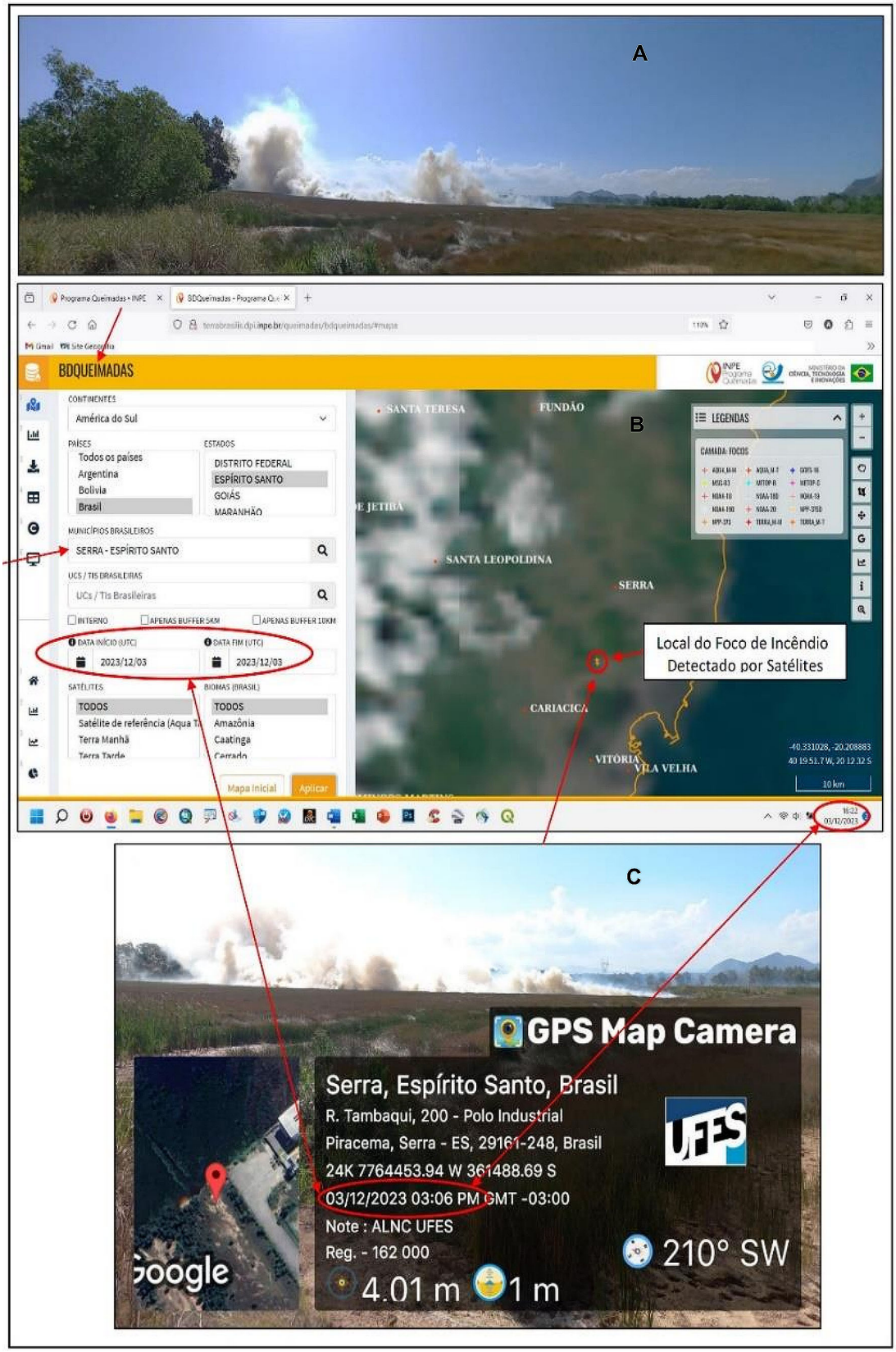
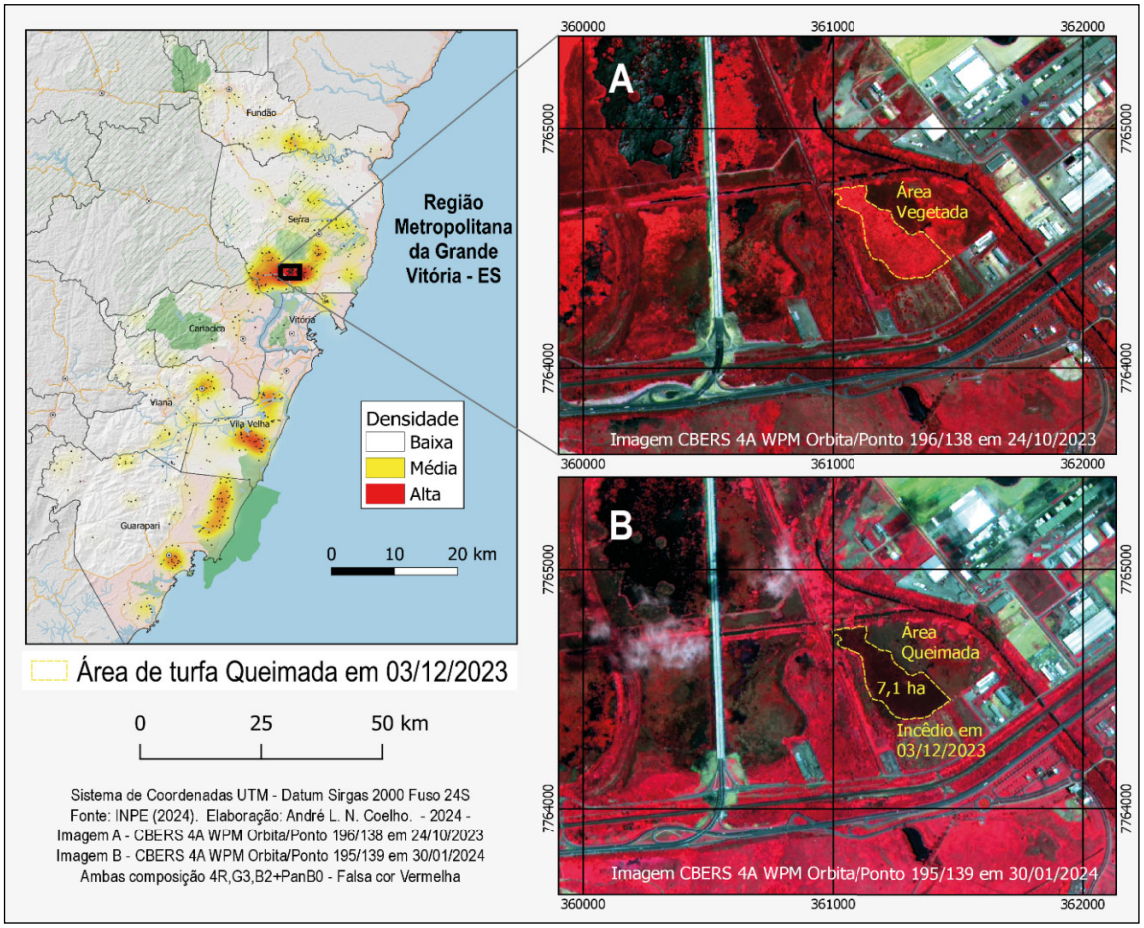


Figura 7. Validação instantânea no Programa Queimadas do Inpe a partir do registro em campo de fogo no município de Serra-ES, em 03/12/2023 às 15:06hs com a detecção por satélites de monitoramento orbital, no mesmo dia e horário, revelando a eficiência e a qualidade na identificação de focos de queimadas/incêndios.

A Figura 7 "A" mostra o registro fotográfico do incêndio e, abaixo em "B" faz a validação instantânea no Programa Queimadas do Inpe/BDQueimadas revelando a eficiência e a qualidade na identificação de áreas em chamas por satélites de monitoramento, praticamente em tempo real, como mostrado em "C", o registro de foto executado no App (Android) *GPS Map Câmera* acrescido automaticamente com descrição da localização, data, hora, além de outras informações que podem ser configuradas.

Validação por imagens temporais

A validação das áreas afetadas por queimadas/incêndios pode ser também evidenciada/comprovada com base em imagens temporais derivadas de sensoriamento remoto a nível suborbital e/ou orbital. A nível suborbital é realizado por intermédio de voo programado em drones/vants, helicóptero ou avião. Já a nível orbital a área afetada pode ser avaliada por imagens de satélites gratuitas antes e após a queimada, como expresso na Figura 8.



Fonte: INPE (2024); CBERS (2023; 2024). Elaborado por André L. N. Coelho.

Figura 8. Validação por imagens temporais do foco de incêndio no município de Serra-ES, em 03/12/2023, atestando a eficiência e a qualidade na identificação de focos de queimadas/incêndios.

Nesta validação apresentada (Figura 8) consta a área de estudos, Região Metropolitana da Grande Vitória, em um mapa de localização a esquerda. Já a direita, mostra a área queimada em 03/12/2023 através de duas imagens temporais do satélite Cbers 4A composta na falsa cor vermelha, na qual a vegetação é caracterizada em tons de vermelho. Na imagem superior direita "A" é destacado, em um polígono tracejado de amarelo, a área em 24/10/2023 antes da queimada. Na imagem direita inferior "B" mostra no dia 30/01/2024 o polígono com a cicatriz da queimada em 03/12/2023. Cabe destacar que esta técnica, conforme apresentada, possibilita calcular a área ardida/queimada que foi 7,1 ha, informação relevante para constar em relatórios/atuações.

Validação por reportagem/jornal

Outra forma comum e eficiente de validar uma área queimada se dá via noticiários e reportagens. A título de exemplo, a Figura 9 extraída de um jornal local, descreve o fato ocorrido e fotografado com a queimada da turfa no município de Serra-ES sendo detectada por satélite e registrado no Programa Queimadas do INPE em fevereiro de 2015.



CIDADES 9

TERÇA-FEIRA, 24 DE FEVEREIRO DE 2015 A GAZETA

CLIMA SECO

FOTOS: BERNARDO COUTINHO

Moradores de José de Anchieta afirmam que a fumaça está prejudicando a saúde, além de ter aumentado o número de mosquitos

Chuva não apaga incêndio em área de turfa na Serra

Fumaça já dura um mês; Corpo de Bombeiros está alagando região para conter o fogo

RORELLA GOMES
frunes@redegazeta.com.br

Há quase um mês convivendo com a fumaça densa proveniente de um incêndio em solo de turfa, moradores do bairro José de Anchieta, na Serra, reclamam dos problemas enfrentados com a situação. A chuva registrada em vários pontos da Grande Vitória na madrugada de ontem não atingiu a região, segundo o Corpo de Bombeiros. Os combates aos focos acontecem desde a semana passada, mas a população afirma que, quanto mais o tempo passa, maiores são os malefícios causados aos moradores, como nos dias de ventos fortes que espalham mais ainda a fumaça.

Morador da região, mas de uma parte mais alta do bairro, o trabalhador autônomo Paulo Júnior, 36 anos, afirma que durante a noite a fumaça é pior. "Nada resolve. Chove e não apaga. Só se chover muito é que apaga isso aí. E a noite quem sofre é a pessoa aqui em cima", afirmou.

Com dois filhos, um de 14 e outro de 6 anos, a balconista Juliana Santos Cardoso, 30 anos, disse que a fumaça já vem prejudicando sua saúde, além de deixar roupas e pertences com mau cheiro. "Muita fumaça, incomoda demais. Quando chega de manhã cedo a fumaça parece que atinge mais a casa da gente. Eu sou alérgica. Minha casa é tipo um porão,

Fumaça fica ainda pior à noite, relatam moradores

meu quarto já não tem janela, a fumaça acumula e já acordo sentindo dor".

Não é só incômodo e desconforto que a fumaça trouxe para a população. Morando bem próximo à área incendiada, o eletricista Edimarone dos Santos Arruda, 25 anos, disse que os mosquitos se proliferaram após o fogo. "Ontem gastei um vidro de inseticida", contou.

ALAGAMENTO

A estratégia utilizada pelo Corpo de Bombeiros é alagar a região. No último domingo, foi feito um trabalho de contenção do fogo, para que áreas do entorno não fossem queimadas. Há uma grande quantidade de material inflamável na região, como mato seco e a própria matéria orgânica do subsolo, como informou o subcomandante da 3ª Companhia do Corpo de Bombeiros da Serra, Gabriel Caliman.

"É um terreno bastante profundo com essa camada orgânica, até chegar ao solo é muito difícil. Antes estávamos fazendo o trabalho com uma enxada. A gente cavava esse material até chegar ao solo, e retirava para não ser queimado. Ontem, a gente fez como se fosse uma trincheira com água em volta do fogo. Então impede que esse fogo passe, porque vai entrar em contato com a água antes de prosseguir", explicou à rádio CBN Vitória.

Solo impede chegada de máquinas

Outros métodos já foram utilizados para realizar o combate ao incêndio do terreno de turfa. A Prefeitura da Serra, por exemplo, disponibilizou máquinas ao Corpo de Bombeiros, o que seria ideal, pois permitiria isolar a área. Mas, por ser região de turfa, os equipamentos encalharam a ponto de precisar que outras máquinas as retirassem. Também foi estudado outros caminhos para chegar aos focos de incêndio, mas outro impedimento foi encontrado: os valões que circundam o local.

Utilizar a água desses valões não é descartado pelo Corpo de Bombeiros, segundo o subcomandante Caliman. "Seria viável, mas a logística é mais complicada. A gente prefere por enquanto utilizar uma água com pressão maior. Se retirar a água desse córrego ele sai com uma pressão muito inferior do que com nossos caminhões. Então priorizamos o caminhão. Caso haja necessidade, podemos utilizar a água desse valão para encharcar o terreno", afirmou.

APARATO

Para realizar o combate ao incêndio, o Corpo de Bombeiros utiliza 20 mangueiras, um caminhão com capacidade de 4 mil litros, um auto-tanque com capacidade de 10 mil litros e sete homens. A Prefeitura da Serra deve disponibilizar ainda dois caminhões com capacidade de 12 mil litros cada um. Toda a água utilizada é de reúso, não sendo potável. A prioridade é eliminar as fumaças que estão mais próximas da população.

Fonte: A Gazeta (2015).

Figura 9. Reportagem em 24/02/2015 na região de turfa no município de Serra-ES afetada pelo incêndio sendo detectada pelo monitoramento orbital e registrada no Programa Queimadas do INPE.

Validação extraída do Programa Queimadas do Inpe/BDQueimadas

A checagem dos focos detectados pelos satélites e o local da ocorrência, pode ser também comprovada no próprio portal do Programa Queimadas do INPE[12] que consta validações em diversos Estados/regiões para serem consultadas ou utilizadas em relatórios/pesquisas diversas.

A Figura 10 mostra a validação de incêndio extraído do Programa Queimadas em 2015, no mesmo local relatado nas figuras anteriores em Serra-ES. Apresenta um padrão de confrontação, em um arquivo JPG, demostrando do lado esquerdo a interface do BDQueimadas com a data consultada evidenciando os pontos de focos detectados e, do lado direito, a reportagem de incêndio na mesma data da detecção pelo sistema sensor do satélite.



Figura 10. Exemplo da validação de incêndio extraído do portal do Programa Queimadas em 2015.

Fica explícito, neste trabalho, que o conjunto de dados derivado da varredura por sensoriamento remoto orbital é fidedigno e, após o processamento e análise, podem servir de base importante para o direcionamento de ações de redução da degradação e a resiliência tanto no meio urbano quanto no meio rural, como no gerenciamento de recursos naturais, nas águas de uma bacia de drenagem, na manutenção da fauna e flora de uma unidade de conservação e, sobretudo, na redução da emissão de gases de efeito estufa oriundos da queimada da vegetação e do entulho depositado em locais inadequados (Setzer; Ferreira; Morelli, 2021). Contribui ainda para atividades relacionadas com campanhas educativas, treinamento e capacitação de produtores rurais e brigadistas, monitoramentos e pesquisas.

Considerações e conclusões

A análise de mais de duas décadas dos focos de queimadas e incêndios na RMGV revelou um total de 500 registros detectados por produtos de sensoriamento remoto orbital, com uma média de 23,8 focos anuais. Comprovou também, por intermédio da análise da série histórica mensal, que os maiores focos estão nos meses entre agosto e outubro, concentrando 200 ou 40% das ocorrências na RMGV, notadamente, nos meses marcados por baixos índices pluviométricos e secos.

Mostra de maneira empírica que a elaboração e o uso do banco de dados geográficos de queimadas de longa data derivado dos dados anuais disponibilizados no Portal BDQueimadas, associada ao uso de geotecnologias, possibilita entender a distribuição, realizar acompanhamentos sistemáticos e integrar os dados de focos com outras demandas de análises/estudos tratados sob distintos enfoques acadêmicos, dos Corpo de Bombeiros e Defesa Civil, podendo as análises serem conjugadas.

Este banco de dados demostra ainda, que essas avaliações podem ser realizadas em outras escalas espaciais (Municípios, microrregiões, bacias hidrográficas, Estados ou outro recorte de interesse); permite quantificar e espacializar as queimadas em relação aos usos e coberturas; as ocorrências no interior e adjacências das UCs – Unidades de Conservação; identificar as queimadas em áreas de turfas; espacializar a densidade das queimadas/incêndios em meses específicos a partir do estimador Kernel; estabelecer outras análises estatísticas anuais e mensais de percentuais de áreas e quantidade de queimadas; rankings diversos; cruzar com informações climatológicas (ex.: eventos de El nino/La nina); confrontar com produtos de Sensoriamento Remoto termal (ex.: Landsat 9 Tirs -*Thermal Infrared Sensor*); entre outras possibilidades, servindo de base para o direcionamento de ações de redução da degradação decorrente deste fenômeno.

Um aspecto relevante da cartografia apresentada na Figura 5, que não se restringiu, apenas, aos pontos de registros de queimadas/incêndios (nuvem de pontos), revelou as ocorrências nas áreas de conservação; na densidade/concentração dos incêndios e queimadas (*hotspots*) possibilitando uma visão sinóptica do recorte estudado. Nessa linha, o estudo apresentado contribui para diversas diretrizes de ordenamento e gestão territorial permitindo ampliar os inventários de riscos, ao apontar outros locais com alta susceptibilidade (arcos de queimadas e incêndios, gerado pelo estimador Kernel), resultando no aumento da eficiência técnica e econômica dos trabalhos de combate e fiscalização, possíveis de serem aplicados em regiões que carecem de estudos dessa natureza.

Os produtos derivados desta técnica também podem contribuir para a revisão/elaboração de projetos como o plano para redução de riscos, além de proporcionar subsídios para os estudos dos efeitos ecológicos, atmosféricos e de mudanças climáticas, modelagens de risco de incêndios, pois no presente estudo consideraram-se as peculiaridades e particularidades socioambientais do território regional mediante dados, informações e softwares acessíveis e gratuitos.

Notas

6 Neste estudo as expressões "Incêndios" e "Queimadas" serão tratadas de maneira conjugada como áreas afetadas pelas chamas com registro de "foco" de queimada/incêndio detectado por sensores remotos a bordo de satélites de observação da Terra.

7 A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) possui uma área territorial de 2.324 km^2, formada pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. É composta por uma população de 1.880.828 pessoas, de acordo com o censo de 2022, abrigando quase a metade da população total do Espírito Santo (49%) e uma densidade demográfica de 809,31 habitantes (IBGE, 2023).

8 É o satélite, cujo os focos detectados, são usados para compor a série temporal, propósito desse trabalho, partindo do registro de 01/01/2003 e assim permitir estudos/análises para períodos longos de interesse (INPE, 2024).

9 O Aqua, lançado em 05/2002, é um satélite americano desenvolvido em parceria com o Japão e Brasil operando a 705 km de altitude em orbita heliossíncrona com resolução temporal de 1 a 2 dias e resolução espacial de 250 a 500 metros. Possui 6 instrumentos sensores, sendo o sensor Modis - *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* composto de 36 canais/bandas espectrais, com as bandas 5 e 7 operado na faixa termal-média de 4 micrômetros (µm), calibradas para detecção de frentes de calor/queimadas. Os demais canais permitem identificar mudanças no uso da terra, atividades vulcânicas, propriedades das nuvens, fluxo de energia radiante, entre outros atributos (INPE, 2024; Setzer; Ferreira; Morelli, 2021; Setzer *et al.,* 2021).

10 Pode ser obtido também no formato *shapefile* (.shp) em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#exportar-dados>.

11 É importante mencionar o diferencial e potencial deste banco de dados geográficos criado em relação aos dados de queimadas do INPE: Não há limite temporal para análises/geração de informações, enquanto no BDQueimadas limita as pesquisas para 365 dias; É um banco de dados com referência espacial exclusivo para o objeto de estudo que pode ser a microrregião, Estado, bacia hidrográfica ou outro recorte de interesse; No caso deste estudo contém registros do monitoramento orbital desde 01/janeiro/2003 a 31/dezembro/2023 que podem ser atualizados com novas varreduras; Foram acrescentados campos importantes possibilitando análises/filtros anuais, mensais, entre outros; Há coordenadas UTM X e Y para cada ponto/foco de queimada; O Sistema de Referência Geográfica/Datum foi ajustado para Sirgas 2000 zona 24s, correspondendo a área de estudos.

12 Outros exemplos de validação de estados e regiões podem ser consultados no endereço: <https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Exemplos-Validacao/>.

Referências

A GAZETA. **Chuva não apaga incêndio em área de turfa na Serra**. Terça-feira 24 de fevereiro de 2015. Caderno Cidades. Fiorella Gomes. 2015.

CARDOSO, Vitor C.; SOUZA, Suelem A. de; BIUDES M. S.; MACHADO, Nadja G. Focos de calor na região centro-oeste no período de 2006 até 2012. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. **Anais[...].** Salvador/BA - 25 a 28/11/2013. p. 1-6.

COELHO, A. L. N.; GOULART, A. C. O. Cartografia de Queimadas e Incêndios Aplicados à Mitigação de Desastres e Conservação de Paisagens. **Percursos**, v. 20, p. 66-90, 2019.

COELHO, ANDRÉ L. N.; GIMENES, Ana. C. W.; GOULART, Antônio C. O. Geotecnologias Aplicadas a Análise Espaço-Temporal das Queimadas e Incêndios em Escala Estadual: Conhecer para prevenir. In: Lourenço Magnoni Junior, Carlos Machado de Freitas, Eymar Silva Sampaio Lopes, Gláucia Rachel Branco Castro, Humberto Alves Barbosa, Luciana Resende Londe, Maria da Graça Mello Magnoni, Rosicler Sasso Silva, Tabita Teixeira e Wellington dos Santos Figue. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2ed. São Paulo: CPS, 2020, v. 1, p. 372-389.

GEOBASES - Sistema Integrado De Bases Geoespaciais Do Estado Do Espírito Santo: **GEO-DADOS** (2024). Disponível em: <https://ide.geobases.es.gov.br>. Acesso em 2 fev. 2024.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo)**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/incendios-florestais/prevfogo>. Acesso em 02 jun. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**. Brasília, Distrito Federal, 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas Interativos do IBGE** (2024): Base de Dados Geográficos. Disponível em: <https://mapasinterativos.ibge.gov.br/sigibge/>. Acesso em 17 jun. 2024.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Caracterização Climática do ES** – 2017. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac>. Acesso em 13 ago. 2020.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal Queimadas INPE**, 2024. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/>. Acesso em: 03 abr. 2024.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres, São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KAZMIERCZAK, M. L. Sensoriamento Remoto para Incêndios Florestais. In: SAUSEN T. S. e LACRUZ, M. S. P. (Orgs.) **Sensoriamento Remoto para Desastres**. Oficina de textos, São Paulo, 2015. p. 174-211.

LIBONATI, R.; PEREIRA, A. A. ; SANTOS, F. L. M. ; RODRIGUES, J. A. ; ROSA, A. S. ; MELCHIORI, E. A. ; MORELLI, F. ; SETZER, A. Sensoriamento remoto de áreas queimadas no Brasil: progressos, incertezas, desafios e perspectivas futuras. In: Alberto Setzer e Nelson Ferreira. (Org.). **Queimadas e Incêndios Florestais:** mediante monitoramento orbital. 1 ed.: 2021.

MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

NUNES, A.; LOURENÇO, L.; BENTO-GONÇALVES, A. & VIEIRA, A. Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incêndio regional e principais factores responsáveis. **Caderno de Geografia**, nº32, Coimbra, FLUC – 2013. p. 133-143.

SETZER, Alberto W. *et. al.* O Risco de Fogo do CPTEC/INPE. In: SETZER, Alberto W.; FERREIRA, Nelson J. (Orgs.) **Queimadas e Incêndios Florestais:** Mediante Monitoramento Orbital. Oficina de textos, São Paulo, 2021. p. 82-98.

SETZER, Alberto W.; FERREIRA, N. J.; MORELLI, F. O Programa Queimadas do INPE. In: SETZER, A.W.; FERREIRA, N. J. (Orgs.). **Queimadas e Incêndios Florestais:** Mediante Monitoramento Orbital. Oficina de textos, São Paulo, 2021. p. 23-52.

SETZER, Alberto W.; VICTORINO, Paulo S. S.; BOTTINO, Marcus J. Detecção de Queimadas por Satélites Geoestacionários e seu Uso no Programa Queimadas do INPE. In: SETZER, Alberto W.; FERREIRA, Nelson J. (Orgs.) **Queimadas e Incêndios Florestais:** Mediante Monitoramento Orbital. Oficina de textos, São Paulo, 2021. P. 99-121.

TEBALDI, A. L. C. *et al.*, Ações de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais nas Unidades de Conservação Estaduais do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**. 2013 out./dez.; 20(4) p. 538-549.

TORRES, F. T. P. *et al*; Perfil dos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação Brasileiras no Período de 2008 a 2012; In: **Floresta**. Curitiba, v.46, n.4, out./dez, 2016. p. 531-542.



Rio Jamari/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

AQUECIMENTO GLOBAL, CIDADE, ARBOVIROSES E PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO – UM ESTUDO DE CASO

GLOBAL WARMING, CITY, ARBOVIROSIS AND POPULATION PERCEPTION – A CASE STUDY

CALENTAMIENTO GLOBAL, CIUDAD, ARBOVIROSIS Y PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN – UN ESTUDIO DE CASO

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE, VILLE, ARBOVIROSE ET PERCEPTION DE LA POPULATION – UNE ÉTUDE DE CAS

Lucas Carvalho de Souza[1]
Bruno César dos Santos[2]
Paulo Henrique de Souza[3]

1 Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas, (UNIFAL-MG). ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9600-7031. E-mail: soulucascarvalho@gmail.com.
2 Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos/SP, Brasil. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-8218-6803, Email: bruno-unifal@hotmail.com.
3 Instituto de Ciências da Natureza - Geografia, Universidade Federal de Alfenas. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0399-9123. E-mail: paulohenrique.souza@unifal-mg.edu.br.

Introdução

Este capítulo constitui resultado de pesquisa que buscou delimitar e avaliar a percepção que a população residente em Alfenas/MG possui diante do contexto atual onde as mudanças climáticas em curso e a elevação da temperatura acabam por cooperar com as condições propícias à proliferação dos mosquitos transmissores de doenças como a dengue que assola a população.

O foco foi eleito em razão da humanidade constituir-se no agente ativo que altera e modifica a paisagem, sendo o responsável pelas condições de saneamento e limpeza que fornecem aos mosquitos, juntamente com as condições climáticas, o ambiente de proliferação, pois, torna-se incompreensível a postura humana de descuido e descaso com a questão mesmo que vidas estejam sendo ceifadas. Na verdade, torna-se desanimador observar que a cada ano o número de casos aumenta significativamente, não obstante a todo sofrimento vivenciado por aqueles que são acometidos por essas epidemias urbanas.

A partir do crescimento das cidades, a humanidade passou a se concentrar nas áreas urbanas, modificando, permanentemente a superfície terrestre a partir da antropização da paisagem. Essas áreas além de modificarem o sítio que ocupam, estabelecem redes e influenciam seu entorno por meio das demandas concentradas de matéria prima e energia. Paulatinamente substituiu o verde e a amplidão do horizonte pelo cinza e preto do asfalto e prédios, criando um ambiente diferenciado onde os ventos e a absorção da energia recebida do sol sofreram significativas alterações, resultando em microclimas nunca dantes observados.

Essa mudança drástica é responsável pelo aumento da temperatura nessas porções do espaço, interferindo nos aspectos mais diversos da vida citadina e comprometendo a qualidade de vida da população mediante o comprometimento da qualidade do ar, desconforto térmico, e, estabelecimento de condições propícias à proliferação dos mosquitos transmissores de doenças, pois, além de manifestarem o fenômeno de ilhas de calor, as cidades, pela diminuição das áreas verdes, alteração do albedo da superfície, dificuldade de circulação dos ventos, e, emissão de efluentes gasosos, ressentem-se ainda do aquecimento do ar e consequente aumento da temperatura de forma geral.

Essa questão merece atenção redobrada dos pesquisadores, pois, tal conjuntura tem provocado perdas severas devido a inaptidão das pessoas infectadas para o cumprimento de suas responsabilidades habituais, e, pelos gastos decorrentes do tratamento. Segundo Krass (2008), no ano de 2005 a população urbana nos países desenvolvidos era de 74% e todas essas pessoas estavam à mercê das consequências das conjunturas que se estabelecem com a antropização da paisagem.

Ainda segundo Souza (2012), os continentes onde se abrigam os países subdesenvolvidos tendem a sofrer mais com o aumento gradual das temperaturas, pois passam por um processo de urbanização conturbado. À medida que sua população cresce, as cidades crescem a assim sucessivamente a malha asfáltica, poluição e outros fatores que aceleram as consequências da

ilha de calor e criam os ambientes de reprodução dos mosquitos transmissores. Simulações desenvolvidas pelas Nações Unidas, apontam que a população urbana desses países, sobretudo na América Latina, pode chegar a 83% do total nacional.

Inserido no contexto latino-americano, o Brasil passa pela mesma conjuntura vivenciando uma expansão das áreas urbanas em razão do aumento populacional e o êxodo rural estabelecido a partir da década de 1960. Em razão disso, partilha dos mesmos problemas urbanos que afligem o restante do planeta, demandando estudos que cooperem com o equacionamento das situações indesejadas que repercutem negativamente na qualidade de vida de seus habitantes.

Referencial teórico e contextualização

Segundo o Ministério da Saúde (2019), mesmo que incidência da Zika e Chikungunya tenha apresentado ligeira queda, os casos de Dengue no Brasil aumentaram em mais de 339% em relação a 2018, sinalizando que a população não tem agido na erradicação das condições favoráveis a proliferação dos mosquitos e nem sinalizado compreensão acerca da gravidade que as alterações climáticas em curso representam através do aumento da temperatura e o estabelecimento de condições favoráveis a disseminação das doenças.

De acordo com Valle *et al.* (2016), o Brasil tem sido surpreendido constantemente pelo número de casos, velocidade de disseminação dos vírus, consequências, e, desinformação permanente da população que não soma força aos esforços e campanhas dirigidos pelos agentes de saúde nos seus variados níveis de atuação – municipal, estadual e federal, possibilitando, por conseguinte que o quadro de epidemias se estabeleça para prejuízo de toda a nação.

Segundo Maniero *et al.* (2016) estas são – Dengue, Chikungunya e Zika – as três arboviroses que mais preocupam as autoridades de saúde do país pelo nível de circulação que alcançam no território nacional, pois nas cidades encontram locais favoráveis a formação de criadouros graças a infraestrutura danifica e condições climáticas que se somam.

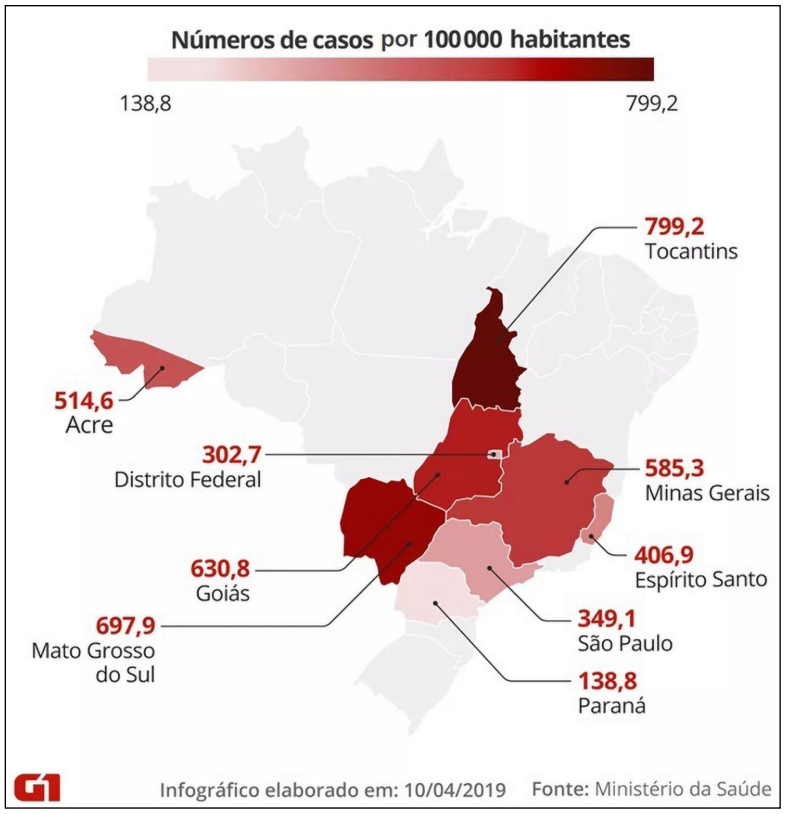
Mesmo sendo difícil precisar com exatidão o foco originário dessas infestações no país, reconhece-se que a conjuntura do ambiente urbano nas últimas décadas, aliada a condição atmosférica estabelecida nesses tempos de mudanças climáticas, são as variáveis que se somam à indiferença da população para garantir o aumento de casos e a condição de epidemia em muitas cidades.

Segundo mencionam Maniero *et al.* (2016), a Dengue é velha conhecida da realidade brasileira, pois a primeira epidemia registrada no estado do Rio de Janeiro remonta a 1845. No entanto, a Zika e a Chikungunya são atores recentes que adentraram ao território nacional em meados de 2014; esta a partir da epidemia ocorrida no Caribe em 2013, chegando pelo Amapá e aquela provavelmente pelos turistas que visitaram o país durante a Copa de 2014.

Informação divulgada pela Secretaria de Saúde do Governo de Minas Gerais indica que até o dia 03 de junho de 2019 o estado registrou 372.153 casos prováveis (casos confirmados + suspeitos) de Dengue, sendo verificados 67 óbitos a partir dos mesmos. Com relação a Chikungunya e a Zika não se registram mortes, ainda que sejam anotados respectivamente 2.170 e 1004 casos reportados pela população.

Ou seja, a questão é relevante para a população e demanda ação permanente no sentido de erradicar o problema a partir das ações individuais e coletivas que repercutem no dia a dia das áreas urbanas, contemplando a expansão do saneamento e constante manutenção, assim como a higienização dos ambientes privados e públicos, incorporando no hábito das pessoas o cuidado com as consequências de seus atos. Também se torna necessária uma mudança de paradigma que coopere com o combate do Aquecimento Global e a formação do fenômeno de Ilha de Calor nas cidades médias e grandes.

Paralelo a isso, rediscutir a gestão das cidades brasileiras constitui condição *sine qua non* na resolução dessa questão, pois, atualmente, uma das formas mais abrupta de intervenção humana no espaço constituem-se nas aglomerações humanas – cidades – em razão de concentrarem o consumo e a geração de resíduos num espaço e tempo reduzidos (Mello, 1995). Por conseguinte, devem ser o ponto de partida para a retomada do planejamento nas ações básicas da sociedade – incluído aí o governo – por se constituir na unidade básica dos Estados modernos – sede dos municípios.



Fonte: Estados com epidemia de dengue no Brasil até 10 de abril de 2019.

Figura 1. Estados com epidemia de dengue no Brasil até 10 de abril de 2019.

Bruna (2002) comentando a urbanização brasileira, realça os impactos ambientais ocasionados por ela, colocando em risco as condições de vida das futuras gerações, algo que somado aos problemas de infraestrutura e sociais, criou no Brasil – devido ao ritmo de crescimento da população e da taxa de urbanização nestes últimos 30 anos – um quadro deveras preocupante, tornando estas áreas do espaço brasileiro – sobretudo nas periferias e grandes aglomerações – um sinônimo de desordem, sujeira e caos.

Na verdade, toda essa intervenção antrópica apresenta segundo Souza (2004) um péssimo planejamento urbano, agravando a situação, pois

> As cidades mal planejadas sofrem graves problemas com o fenômeno denominado ilha de calor, que ocorre em locais com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes onde a temperatura é mais elevada que áreas vizinhas não urbanizadas.

Segundo Iwai (2003), o fenômeno de "ilhas de calor" é decorrente dos diversos materiais que irradiam ou refletem a energia eletromagnética originada do sol de maneira diferente daquela estabelecida pelo albedo da paisagem natural, mostrando uma frequência espacial e amplitude espectral muito altas e inseparáveis, com completa relação com a falta da diversidade da paisagem urbana devido a monotonia do concreto, asfalto, materiais metálicos e solo exposto na periferia das grandes e médias cidades.

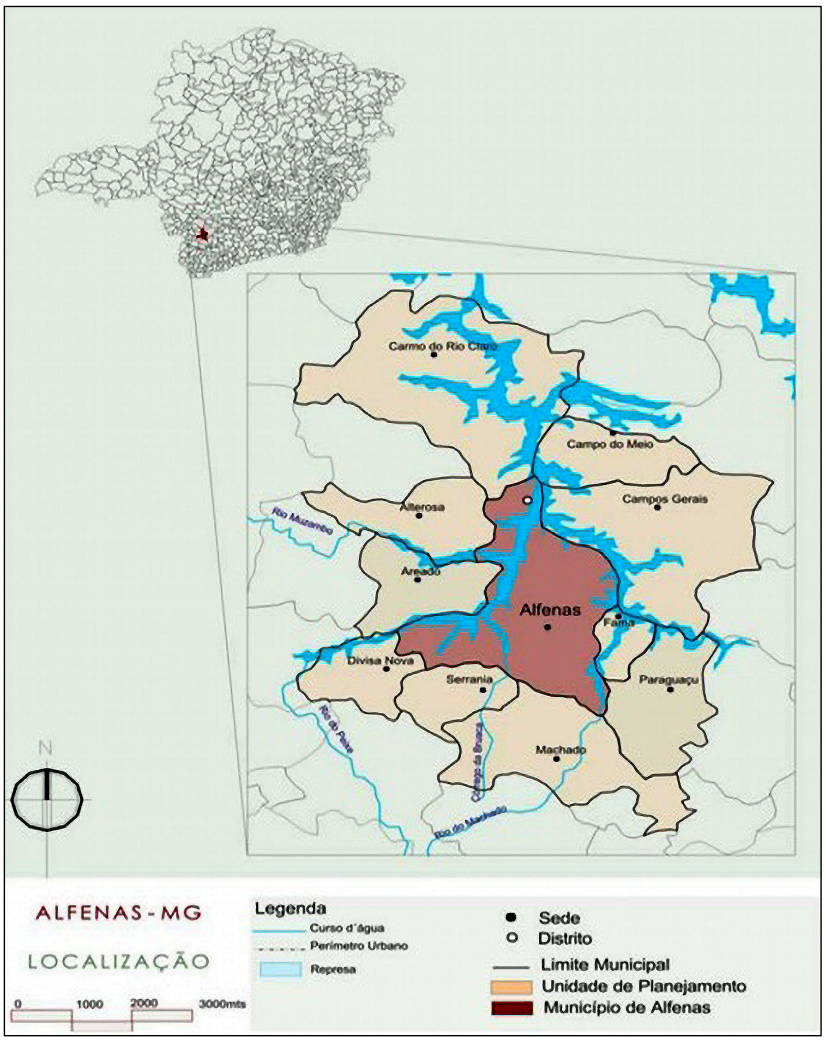
A ação antrópica sobre o espaço repercute no microclima da área estabelecendo as condições para a manifestação de um padrão local que segundo Amorim *et al.* (2009) manifesta-se através do aumento da temperatura em relação ao padrão anterior que existia antes das mudanças ocasionadas pela ação humana, sobretudo aquelas ocupadas com o emprego de materiais com elevada refletância/emissividade ou verticalização de estruturas que deformam o caminho dos ventos e alteram o albedo da superfície.

Segundo Magalhães Filho (2006) enfatiza, não obstante a relevância que possui, a relação que existe entre a intensa urbanização ocorrida nos últimos anos e as mudanças no microclima urbano ainda não recebeu a devida atenção dos pesquisadores, sobretudo nas regiões equatoriais e circunvizinhanças, pois, mesmo que as urbes ocupem apenas 0,05% da superfície do planeta, abrigam por hora mais da metade da população da Terra com crescimento constante dessa grandeza, afetando significativamente as condições ambientais destas áreas com a degradação e a formação de fenômenos como as ICUs – Ilhas de Calor Urbano.

As zonas urbanas expõem características estruturais complexas e profundas que dificultam às vezes a percepção dos seus problemas por não apresentarem homogeneidade. "Com o crescente desenvolvimento do ambiente urbano surgem diferentes problemas que envolvem o meio ambiente e afetam diretamente o ecossistema das cidades e consequentemente o dia a dia e a saúde de seus moradores" (Grupo Racco, 2013, p. 1). Situação que recobra especial atenção dos pesquisadores ocupados com os desafios do presente momento e a busca de soluções para os mesmos, estimulando o desenvolvimento de pesquisas.

Área de estudo e procedimentos

O Município de Alfenas, área onde a pesquisa foi realizada, se encontra nas coordenadas 21°28′03″ de latitude Sul e 45°56′45″de longitude Oeste. A cidade localiza-se na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, com uma área de 850,446 km², sendo a população estimada em 2024 da ordem de 78.970 hab. (IBGE).



Fonte: Carvalho e César (2010).

Figura 2. Localização do município de Alfenas e municípios limítrofes.

O município apresenta altitudes que alcançam até 888 metros na cabeceira do Córrego Mateus, situando-se no patamar médio de 768 metros. O clima é tropical de altitude com uma pluviosidade de 1.590mm anuais e com um regime térmico médio de 19 ºC. O verão e primavera são as estações mais quentes, variando entre 28 a 30 °C, outubro e novembro são os meses com as temperaturas mais elevadas chegando a temperaturas de 36 a 37 °C e mínima de 9 a 10 °C. Na agropecuária prevalece o cultivo de café, cana, milho e recentemente soja. Os serviços de saúde e ensino também contribuem com a economia local.

Para a consulta realizada junto à população alfenense no início da década de 2020, foi elaborado um questionário contendo perguntas fechadas direcionadas ao propósito de verificar o grau de conhecimento e a percepção das pessoas ante a conjuntura que se estabelece sobre as cidades, favorecendo a ocorrência de epidemias por arboviroses. Tanto o conhecimento como a percepção focaram as arboviroses, Aquecimento Global, Ilhas de Calor, Saneamento, Gestão Municipal, Obrigações individuais dos munícipes, e, condição atual dos espaços urbanos.

Os cálculos relevantes e as análises que foram feitas entre os índices térmicos e o número de casos registrados recobraram o uso de um hardware que comportou os softwares atuais que elaboram gráficos e mostram resultados a partir das informações colocadas, para elaboração de mapas e simulações.

A formulação das perguntas que compuseram o questionário, a obtenção dos conceitos, informações e dados necessários ao trabalho recobraram a utilização de livros, teses, revistas e informações digitais em sites ou revisão bibliográfica que foi realizada por meio de consulta pontual ou parcial em algumas obras.

As informações principais foram obtidas mediante a análise de autores que em suas publicações discutiram aspectos próximos aos temas da pesquisa. Um trabalho de campo foi necessário para a aplicação do questionário junto a parcela representativa da população alfenense. Por fim, as informações alfanuméricas necessárias para o estudo foram tabuladas para análise, o número de casos registrados das arboviroses na área urbana de Alfenas/MG e a percepção da população aos temas já mencionados anteriormente.

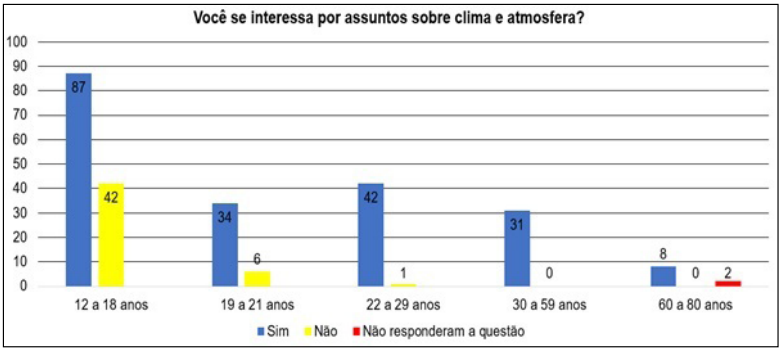
Desenvolvimento e resultados

A base desta pesquisa foi apoiada nas informações obtidas a partir dos questionários aplicados junto à população alfenense enfocando temas como atmosfera, mudanças climáticas, saúde, aquecimento global, doenças e ilhas de calor. Foram entrevistadas 255 pessoas, entre as idades de 12 a 80 anos, de ambos os sexos conforme a metodologia adotada (USP, 2019).

Para otimizar a análise das respostas o grupo entrevistado foi dividido em 5 faixas etárias, com 130 pessoas possuindo entre 12 a 18 anos, 41 pessoas entre 19 e 21 anos, 43 pessoas possuindo de 22 a 29 anos, 31 pessoas com idade de 30 a 59 anos, e, 10 pessoas com idade entre 60 a 80 anos. Desta forma foi possível avaliar melhor a variabilidade das respostas e montar um perfil etário para expressá-lo em gráficos que auxiliam na compreensão e interpretação das informações que foram colhidas.

A pergunta número 1 (Figura 3) abordou a questão pertinente ao clima e atmosfera, encadeando a pesquisa em busca da percepção da população sobre a relação que deve existir entre as condições climáticas e a saúde da população, pois se há desconhecendo básico do tema, seguramente as demais contribuições estariam comprometidas.

Segundo foi possível observar, as duas primeiras faixas etárias, sobretudo a primeira, tiveram um percentual representativo de pessoas que responderam não se interessar por assuntos sobre clima, podendo ter relação com o entendimento e prioridades que cada geração possui acerca dos temas. Entretanto cerca de 79% dos entrevistados demonstraram interesse.

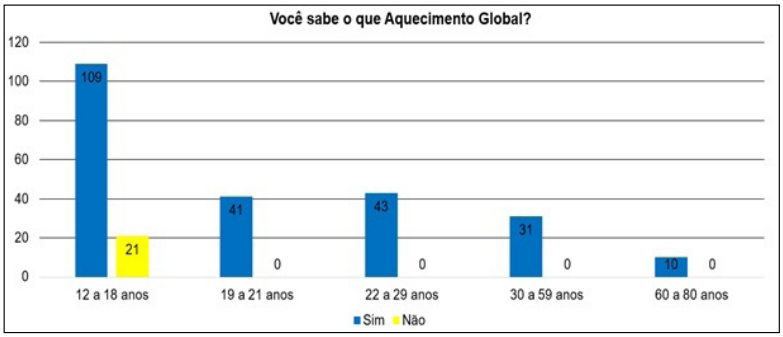


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 3. Respostas dívidas por faixa etária da questão 1 do formulário.

Na segunda questão (Figura 4) indagou-se o conhecimento que os entrevistados possuiam sobre o fenômeno do aquecimento global. Novamente, foi a primeira faixa etária que manifestou percentual representativo acusando desconhecimento do tema, no entanto, isso novamente pode decorrer das prioridades e grau de estudo. No que tange ao grupo, apenas cerca de 8% dos entrevistados ignoram a temática, com ampla maioria consciente de sua presença e influência no cotidiano do planeta.

A terceira indagação (Figura 5) do questionário referiu-se ao posicionamento que os entrevistados possuiam em relação ao aquecimento global. Segundo as respostas colhidas é possível verificar novamente que apenas na primeira faixa etária há espaço para a desinformação, mas, ainda assim de um percentual baixo quando comparado com os que possuem conhecimento do tema. No total de cerca de 84% das respotas manifestam acreditar na existência do aquecimento global, tornando evidente que as pessoas tendem a acreditar no fenômeno por ele estar ligado as mudanças climáticas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 4. Respostas dívidas por faixa etária da questão 2 do formulário.

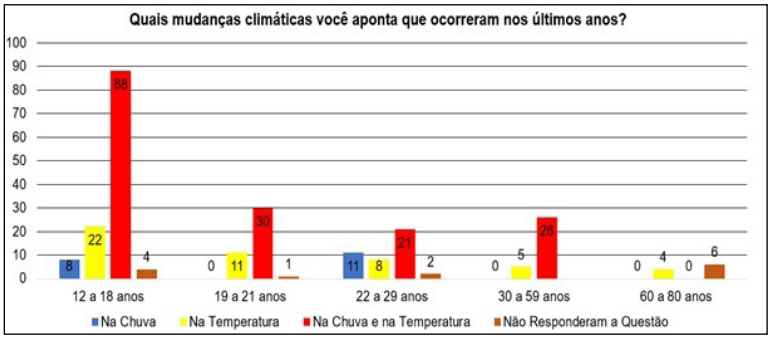


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 5. Respostas dívidas por faixa etária da questão 3 do formulário.

Conforme demonstra a Figura 6, as pessoas entendem em sua maioria que as mudanças climáticas estão em curso e perceptíveis. Aproximadamente 65% das respostas são de pessoas que acreditam que houve uma mudança na chuva e na temperatura nos últimos anos, de fato as mudanças climáticas e o aquecimento global interferem proporcionalmente na variação da temperatura e da precipitação.

Entre aqueles que apontaram mudanças climáticas específicas na temperatura ou na precipitação, o número de manifestações indicando oscilação térmica é mais que duas vezes maior que aquele que reconhece alterações pluviométricas, sinalizando que o aquecimento global tem alcançado maior repercussão que as oscilações na precipitação. No entanto, devido às alterações dos microclimas regionais, as chuvas passaram a ter períodos inconstantes, tais mudanças certamente influenciaram nas respostas desta questão.



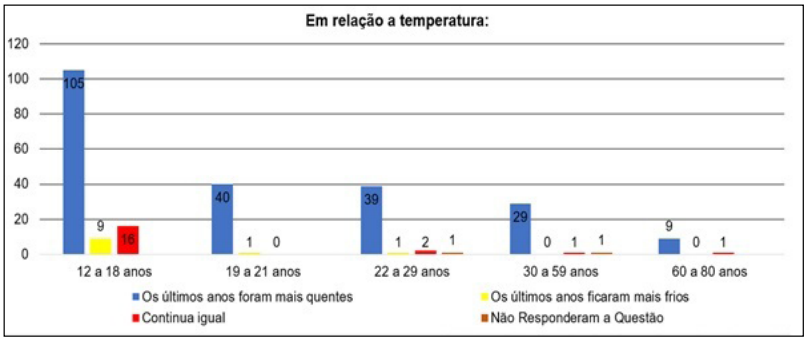
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 6. Respostas dívidas por faixa etária da questão 4 do formulário.

Na questão a seguir representada pela Figura 7, buscou mapear junto aos entrevistados a percepção que possuíam acerca da extensão das mudanças e oscilações térmicas nos últimos anos. Segundo é possível observar, aproximadamente 87% das pessoas responderam que nos ultimos anos a temperatura média aumentou. O alto valor dessa resposta reafirma não só as respostas da pergunta 4 demonstrado na Figura 6 acima, como atesta que há disseminada por toda a sociedade o entendimento empírico de que o planeta atravessa um processo de aquecimento global com suas consequências

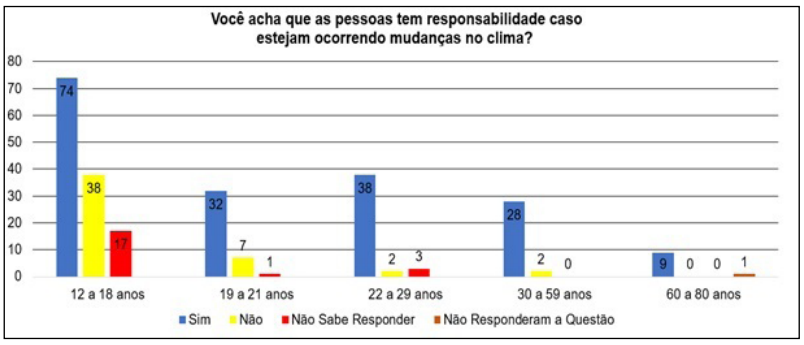
que alcançam o dia a dia da população e se fazem sentir por todas as partes, atingindo diretamente no clima e na atmosfera.

Para aprofundar o escrutínio da opinião pública sobre a temática, a pergunta 6 foi elaborada com enfoque na responsabilidade que os seres humanos possuem na mudança do clima, trazendo para o entrevistado uma apreciação e reflexão sobre próprio comprometimento para com as dinâmicas climáticas. De acordo com a Figura 8 a seguir, cerca de 71% das respostas assumiram e concordam com a perspectiva de que a humanidade é de fato responsável por tais mudanças, porém quase 19% dos entrevistados não vê culpa da ação antrópica sobre o clima, por talvez não acreditarem no aquecimento global ou por ainda não sentirem as mudanças de forma drástica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 7. Respostas dívidas por faixa etária da questão 5 do formulário.

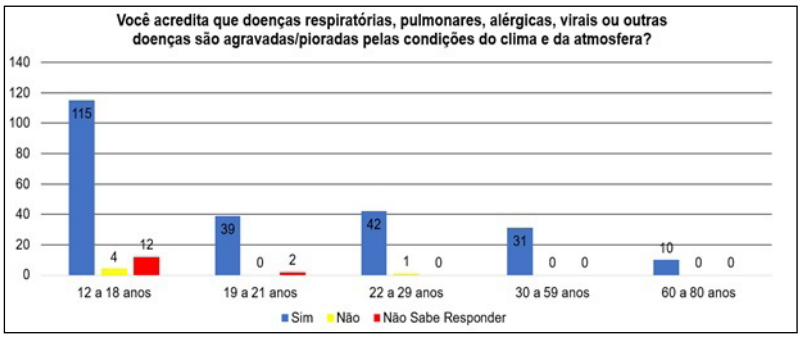


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 8. Respostas dívidas por faixa etária da questão 6 do formulário.

Através da próxima questão (Figura 9) os entrevistados foram convidados a exprimir a percepção que possuem acerca da relação que existe ou não entre as condições climáticas e a saúde e comorbidades. Aproximadamente 93% das pesssoas responderam que as condições atmosféricas constituem fator determinante no potencial agravamento das doenças.

Apenas 5% das pessoas não souberam responder a questão, o que comprova que ainda existe uma falta de analise por parte da sociedade sobre os riscos do agravamento das condições climáticas e seus efeitos sobre as patologias.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

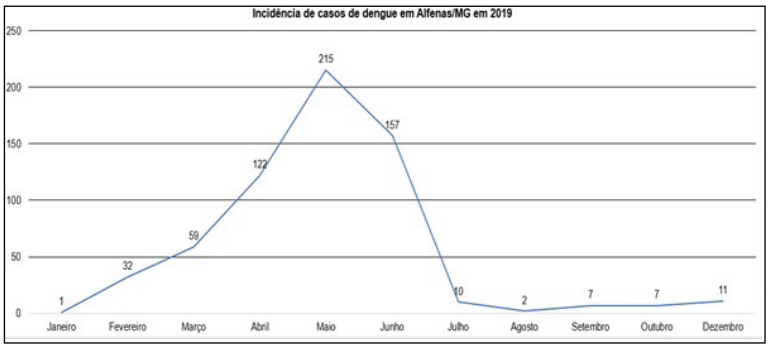
Figura 9. Respostas dívidas por faixa etária da questão 7 do formulário.

Através da última questão do formulário, foi possível dimensionar a necessidade de aprofundar e relacionar com a temática e estudos atmosféricos algumas das principais comorbidades que são agravadas ou estão diretamente ligadas às condições climáticas. As figuras a seguir revelam a potencialidade da dengue, bronquite e pneumonia durante um certo período de tempo e o comportamento dessas em cada mês do ano. Infelizmente, por falta de dados seguros publicados pelas instituições governamentais, informações importantes não estão disponíveis para apreciação e correlação na análise.

A averiguação desses dados é de suma importância para reafirmar a associação dessas patologias com as condições e configurações dos microclimas regionais e suas características sazonais. A Figura 10 a seguir, exibe a incidência de casos de dengue em Alfenas/MG entre janeiro e dezembro de 2019 (SESMG/2019), informando que o nível de incidência é ascendente de janeiro até maio, atingindo um pico de 215 casos, ocorrendo uma diminuição drástica a partir de junho quando temperatura e precipitação diminuem no clima Tropical de Altitude.

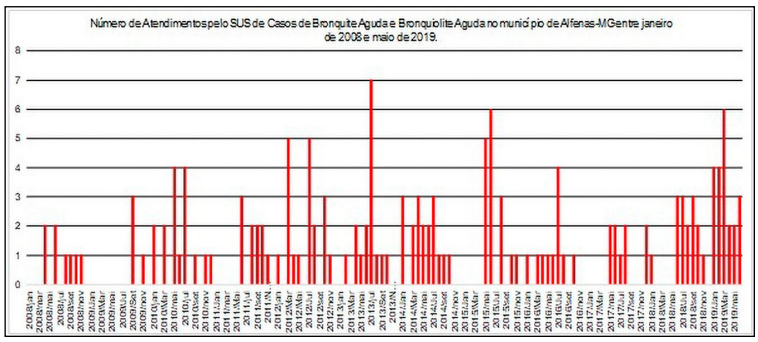
Na Figura 11 está expressa a análise e tabulação de dados concretos do número de atendimento pelo SUS (Sistema Único de Saúde) requeridos pelos casos de bronquite e bronquiolite aguda no município de Alfenas/MG entre janeiro de 2008 até maio de 2019 (DATASUS/2020), as lacunas representam a ausência de dados.

Foi possível analisar que o número de atendimento dessas comorbidades são altos principalmente durante os meses de julho ou entre março e julho, coincidentemente os meses que seguem aos períodos de umidade e temperatura elevada e fazem a transição para o período de menor umidade com diminuição do calor. Certamente a mudanças nas condições atmosféricas deterioram a saúde das pessoas debilitadas que sofrem com essas patologias auxiliando no cenário desfavorável para seus sistemas respiratórios.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 10. Casos de incidência de dengue em Alfenas/MG entre janeiro e dezembro de 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

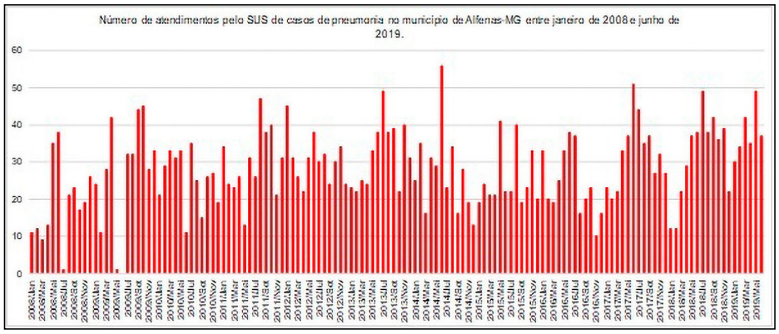
Figura 11. Número de atendimento pelo SUS de casos de bronquite e bronquiolite aguda no município de Alfenas/MG entre janeiro de 2008 e maio de 2019.

No município não foram relatados um grande número de casos, já que as enfermidades não são de cunho epidêmico ou comum, entretanto uma taxa de atendimento entre 3 e 7 pacientes na média anual e um pico entre 2013, 2015 e 2019 revelam uma sazonalidade muito parecida com aquela observada nas dinâmicas climáticas periódicas que se manifestam regionalmente nas últimas décadas.

Na Figura 12 é apresentado o gráfico construído a partir dos dados fornecidos pelo DATASUS (2020), sobre o número de atendimentos feitos pelo SUS de casos de pneumonia no município de Alfenas/MG entre janeiro de 2008 e junho de 2019. Neste registro que possui menor ausência de dados, visto que a enfermidade é mais comum entre a população, verifica-se que a maioria dos meses tem uma média acima de 20 atendimentos, revelando que a patologia em questão é constante durante todo o ano, sinalizando que a pneumonia é agravada somente em meses específicos assim como outras doenças respiratórias.

Baseando nas informações aferidas e tabuladas do gráfico foi possível examinar a alta taxa de pessoas com sintomas de pneumonia entre os meses de julho a setembro ou apenas no mês de julho isoladamente, podendo chegar a quase 60 pacientes em 2014. De fato, mais uma vez, o mês de julho aparece com o momento do ano em que as pessoas mais sofrem com comorbidades respiratórias ligadas a alteração do clima, ao mesmo

tempo que em janeiro mostrou-se com poucos casos de pneumonia, este mês em específico encontra-se no auge da estação de verão, onde o clima é quente e predominantemente úmido. Informação essa que atesta a relação que existe entre as condições atmosféricas e a saúde das pessoas que apresentam debilidades no sistema respiratório.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 12. Número de atendimento pelo SUS de casos de pneumonia no município de Alfenas/MG entre janeiro de 2008 e junho de 2019.

Considerações finais

Diante dos resultados obtidos, metodologia adotada e objetivos que haviam sido propostos para o desenvolvimento dessa pesquisa, algumas conclusões podem ser apresentadas acerca da percepção que a população possui sobre as mudanças climáticas, a relação que existe entre as condições atmosféricas e a saúde das pessoas, bem como sobre os dados coletados junto aos órgãos governamentais sobre o número de atendimentos prestados pela estrutura de saúde a toda coletividade alfenense.

No início das considerações há que se enfatizar a relevância que o tema possui para a população como para a implementação das políticas públicas e planejamento dos órgãos governamentais, pois, a aplicação dos questionários não encontrou resistência por parte das pessoas abordadas com essa finalidade, despertando nas mesmas o interesse e inúmeros comentários colaborativos sobre a perspectiva que possuem do assunto.

Também há relevância na iniciativa em razão de fornecer aos administradores e planejadores públicos um elenco de informações úteis ao trabalho que desenvolvem na condução da saúde pública e execução dos planos de governo, pois, dificilmente esse segmento da sociedade possui condições e conjuntura de ação que permita a apreciação de dados atmosféricos ou seu cruzamento com os dados da saúde.

Em seguida, fica destacada como resultado periférico ao cerne desejado da pesquisa a constatação de que os assuntos estão fadados ao conjunto de prioridade das pessoas conforme as expectativas e interesses que possuem naquele momento de sua existência, atestando, por conseguinte, a importância que as campanhas de conscientização possuem para o despertar da opinião pública frente aos temas que exigem seu posicionamento e atitude.

Conforme os gráficos demonstraram, a primeira faixa etária consultada que possui entre 12 e 18 anos foi aquela que demonstrou, perante as demais, um percentual baixo, mas importante de desconhecimento do assunto ou inexistência de posição em relação ao mesmo, sinalizando a demanda de ações mencionadas no parágrafo anterior.

Não obstante a isto, mesmo com esse pequeno percentual verificado na primeira classe de indivíduos consultados, verificou-se tanto nessa faixa como nas demais que o assunto desperta a atenção da população e está inserido no rol de suas preocupações cotidianas, pois, 79% dos entrevistados manifestam interessa no assunto e o julgam relevante.

Ademais, apenas 8% desconhecem o debate que existe em relação ao assunto, algo corroborado pela informação de que 84% do universo consultado acredita que esteja em curso um processo de mudanças climáticas que se encontram associado a um ganho de energia na atmosfera que se expressa através do aquecimento global.

O aquecimento global é aceito pela grande maioria dos entrevistados que acusam mudanças significativas na temperatura e na precipitação, sendo que as variações térmicas são as mais admitidas mesmo que as pluviométricas sejam reconhecidas.

Face a isto, fica destacada a coerência do objetivo da pesquisa em avaliar a possível relação que possa existir entre as condições atmosféricas e a saúde das pessoas, pois a temática ocupa lugar de destaque na sociedade e atrai seu interesse, sinalizando que alguma expectativa deva existir de maiores esclarecimentos e encaminhamentos.

No que tange à população, verifica-se a percepção de que estão articuladas condições climáticas e saúde, algo que passa a ser comprovado pelos dados colhidos junto aos órgãos públicos que gerenciam o atendimento através do Sistema Único de Saúde, pois, segundo foi possível verificar nas ocorrências de Dengue, Bronquite, Bronquiolite e Pneumonia, as mesmas encontram-se associadas às determinadas conjunturas climáticas.

Diante disto, fica estabelecida a contribuição proporcionada pelo estudo, destacando a importância que existe de serem aprofundadas as investigações com esse formato para que possa haver municiamento dos agentes públicos e planejamento de intervenções e manejo para adequação do atendimento nos períodos críticos e elaboração de campanhas preventivas.

Seguramente a Ciência pode e deve auxiliar a sociedade na superação de suas dificuldades e na capacitação para lidar com seus desafios.

Referências

AMORIM, M.C.C.T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA NETO, J.L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes. **Confins** [Online], 7,2009, p. 1-16, 31 out. 2009.

ARYA, S. P. **Introduction to Micrometeorology**. Academic Press. 2001. 420 p.

BRUNA, G.C. (edits.) – **Meio Ambiente, Direito e Cidadania**. São Paulo: Signus Editora, 2002, p. 25 – 33.

CARVALHO, A. J.; CÉSAR, G. G. **A expansão urbana de Alfenas/MG**, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso, UNIFAL-MG, disponível em https://www.unifal-mg.edu.br/geografia/sites/default/files/file/gabriellaghetiTCC2010.pdf.

G1. **Casos de dengue crescem 339% no Brasil em 2019;** quase mil cidades têm risco de surto. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2019/04/30/casos-de-dengue-crescem-339percent-no-brasil-em-2019-quase-mil-cidades-tem-risco-de-surto.ghtml>. 2019.

GRUPO RACCO. **Calor excessivo no ambiente de trabalho**. Disponível em: <http://www.gruporacco.com.br/infoseg/Infoseg_Edicao10_calor_excessivo_ambiente_trabalho.pdf>. 2004, acesso em 20 de maio de 2018**.**

IBGE. **Cidades e estados.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/alfenas.html>.

IWAI, O.K. **Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernado do Campo, através de imagens de satélites.** 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

KRASS, F. **Megacities as global risk áreas**. Sprinnger: Urban Ecology, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico:** Monitoramento dos casos de Arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 5 de 2019. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/26/2019-004-Dengue-SE-5-publica----o-18-02-2019.pdf>. 2019.

MAGALHÃES FILHO, Luiz Cláudio de Almeida**. Ilha de Calor Urbana, Metodologia para Mensuração:** Belo Horizonte, uma análise exploratória. Tese de Doutoramento – Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial – PUC-MG. Belo Horizonte, 2006. 145 f.

MANIERO, Viviane C.; SANTOS, Maísa O.; RIBEIRO, Ricardo L.; DE OLIVEIRA, Patrícia A. C.; DA SILVA, Talitha B.; MOLERI, Andrea B.; MARTINS, Isis R.; LAMAS, Cristiane C.; CARDOZO, Sergian V. Dengue, chikungunya e zika vírus no brasil: situação epidemiológica, aspectos clínicos e medidas preventivas. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**, [S. l.], v. 3, n. 1, 2016. Disponível em: https://publicacoes.unigranrio.edu.br/amp/article/view/3409. Acesso em: 1 out. 2024.

MELLO, M.A. - Gestão Urbana e Qualidade de Vida. In: **Análise Ambiental:** estratégias e ações. Sâmia Maria Tauk-Tornesielo et al, prefácio José de Ávila Coimbra. São Paulo: T.A. Queiroz Fundação Salim Farah Maluf, 1995.

MENDONÇA, F.A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica e sua aplicação a cidade de Londrina/ PR.** Tese de doutorado. São Paulo: USP, 1995.

QUALTRICS. **Tamanho da amostra de pesquisa:** como calcular a amostragem ideal. Dispnível em: <https://www.qualtrics.com/pt-br/gestao-de-experiencia/pesquisa-de-mercado/determine-sample-size/>. [s.d.].

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. **Boletim Epidemiológico de Monitoramento dos casos de Dengue, Chikungunya e Zika Vírus (03/06).** Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/11219-boletim-epidemiologico-de-monitoramento-dos-casos-de-dengue-chikungunya-e-zika-virus-03-06>.

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. **Boletim Epidemiológico de Monitoramento de Casos de Dengue**. dez/2019 Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/11953-boletim-epidemiologico-de-monitoramento-dos-casos-de-dengue-chikungunya-e-zika-18-12>. Acesso em: 10/05/2020.

SHEPHERD, J. M. A review of current investigations of urban-induced rainfall and recommendations for the future. **Earth Interactions**, Maryland, v. 9, n. 12, p. 01-27, 2005.

SOUZA, Diego Oliveira de. **Influência da ilha de calor urbana nas cidades de Manaus e Belém sobre o microclima local.** São José dos Campos: INPE, 2012.

SOUZA, L. C. L. Ilhas de calor. **Jornal Unesp**, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004.

SOUZA, P. H**. Aspectos históricos, antrópicos e ambientais da ocupação do espaço no extremo Noroeste paulista:** O caso do município de Santa Fé do Sul. 2005. 310 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

USP. **Orientações sobres cálculo amostral**. Disponível em: <http://estatistica.bauru.usp.br/calculoamostral/orienta%C3%A7ao.php>. [s.d.].

VALLE, DENISE; NACIF PIMENTA, DENISE; AGUIAR, RAQUEL. Zika, dengue e chikungunya: desafios e questões. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v25n2/2237-9622-ress-25-02-00419.pdf>. **Epidemiol. Serv. Saude**, Brasília, 25(2):419-422, abr-jun 2016 doi: 10.5123/S1679-49742016000200020.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

EXPANSÃO DE ÁREAS ÁRIDAS NO BRASIL: AS MICRORREGIÕES DOS CARIRIS NO CONTEXTO DAS EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS

EXPANSION OF ARID AREAS IN BRAZIL: THE MICROREGIONS OF THE CARIRIS IN THE CONTEXT OF CLIMATIC EMERGENCIES

EXPANSIÓN DE ÁREAS ÁRIDAS EN BRASIL: LAS MICRORREGIONES DE LOS CARIRIS EN EL CONTEXTO DE EMERGENCIAS CLIMÁTICAS

EXPANSION DES ZONES ARIDES AU BRÉSIL : LES MICRORÉGIONS DES CARIRIS DANS LE CONTEXTE DES URGENCES CLIMATIQUES

Humberto Alves Barbosa[1]

Catarina de Oliveira Buriti[2]

1 Fundador e Coordenador do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis)/ Universidade Federal de Alagoas (Ufal). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9641-806X. E-mail: barbosa33@gmail.com.
2 Instituto Nacional do Semiárido (Insa/MCTI). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0527-7899. E-mail: catarina.buriti@gmail.com.

Agradecimentos: A pesquisa contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Processo nº 88881.7050501/2022-01, concedido por meio do Programa Emergencial de Prevenção e Enfretamento de Desastres Relacionados a Emergências Climáticas, Eventos Extremos e Acidentes Ambientais (PEPEEC) e o Plano de Apoio do CNPq, Processo nº 403223/2021-0, por meio do Programa de Monitoramento da Desertificação no Semiárido Brasileiro.

Introdução

As microrregiões dos Cariris, no Semiárido da Paraíba, são consideradas a área geográfica mais seca do Brasil e altamente suscetível ao processo de desertificação (Buriti; Barbosa, 2018; Buriti; Barbosa, 2022). Nos anos 1970, os Cariris Velhos, como a região era chamada, foram classificados como um dos seis núcleos de desertificação do Nordeste brasileiro. Em geral, são locais que apresentam sinais de severa degradação, como grandes manchas desnudas e/ou cobertura vegetal rala, além da erosão do solo (Vasconcelos Sobrinho, 1978).

Em pesquisas recentes, realizadas no Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis), foram observados indicadores ambientais e climáticos que demonstram os impactos da mudança climática no Semiárido brasileiro. De acordo com Barbosa (2024), de 1990 a 2022, houve uma rápida expansão das áreas áridas e semiáridas do Brasil. Identificou-se que existem áreas áridas em cerca de 8% da região, incluindo área significativa dos Cariris paraibanos. Nesse período, também houve a perda de mais da metade das terras subúmidas secas (Agreste), que estão se tornando semiáridas.

Em outra pesquisa, Barbosa (2023) identificou uma situação bastante grave para a situação climático-ambiental do Semiárido brasileiro. Analisando imagens de satélite do período 2004-2022, constatou-se que áreas severamente degradadas já reduzem a formação de nuvens de chuva na região. Essa situação aumenta o risco de secas extremas, da expansão das áreas áridas e semiáridas, bem como do aumento da desertificação. É um círculo vicioso, que se retroalimenta – a degradação das terras provoca secas atmosféricas, que por sua vez, agravam a degradação, com impactos severos sobre a biodiversidade.

As secas aumentam a situação de deterioração das terras em áreas como os Cariris paraibanos, sendo todo esse processo agravado pela mudança climática. E não apenas as megassecas históricas, como ocorreu no período 2011-2017 (Buriti, Barbosa, 2018; Williams *et al.*, 2020), mas também as chamadas secas-relâmpago. Do inglês *flash drought*, as secas-relâmpago correspondem a uma nova tipologia de evento climático extremo, decorrente da mudança climática. São secas rápidas e de forte intensidade, acompanhadas de altas temperaturas, que costumam ocorrer durante o verão. Barbosa (2023) realizou uma pesquisa inédita sobre as características desse tipo de seca no Brasil. O estudo identificou que costumam durar de algumas semanas até um mês, na sua região semiárida. O efeito combinado da redução na cobertura vegetal, aumento das temperaturas e baixa umidade do solo, durante as secas-relâmpago, piora ainda mais a condição de aridez na região (Barbosa, 2024).

Um mapeamento realizado pelo Laboratório Lapis, a partir de dados de satélites, identificou-se que 13% das terras do Semiárido brasileiro já estão desertificadas. Na Paraíba, cerca de 11% das terras estão desertificadas (degradadas de forma grave ou muito grave), sendo esse percentual em relação à área total do estado. Grande parte dessas terras estão

nos núcleos de desertificação dos Cariris paraibanos e do Seridó (territórios da Paraíba e do Rio Grande do Norte). Nessas áreas, convergem um conjunto de vulnerabilidades ambientais, climáticas, socioeconômicas, sanitária e institucional (Buriti; Barbosa, 2022).

Projeções indicam redução de até 40% das chuvas no Semiárido brasileiro, até o final do século, em razão da mudança climática (Marengo *et al*., 2016). Isso significa secas mais frequentes e intensas, combinadas com altas temperaturas na região. Os impactos das secas extremas são severos para a produção de alimentos e para a permanência da população na região (Brasil, 2015).

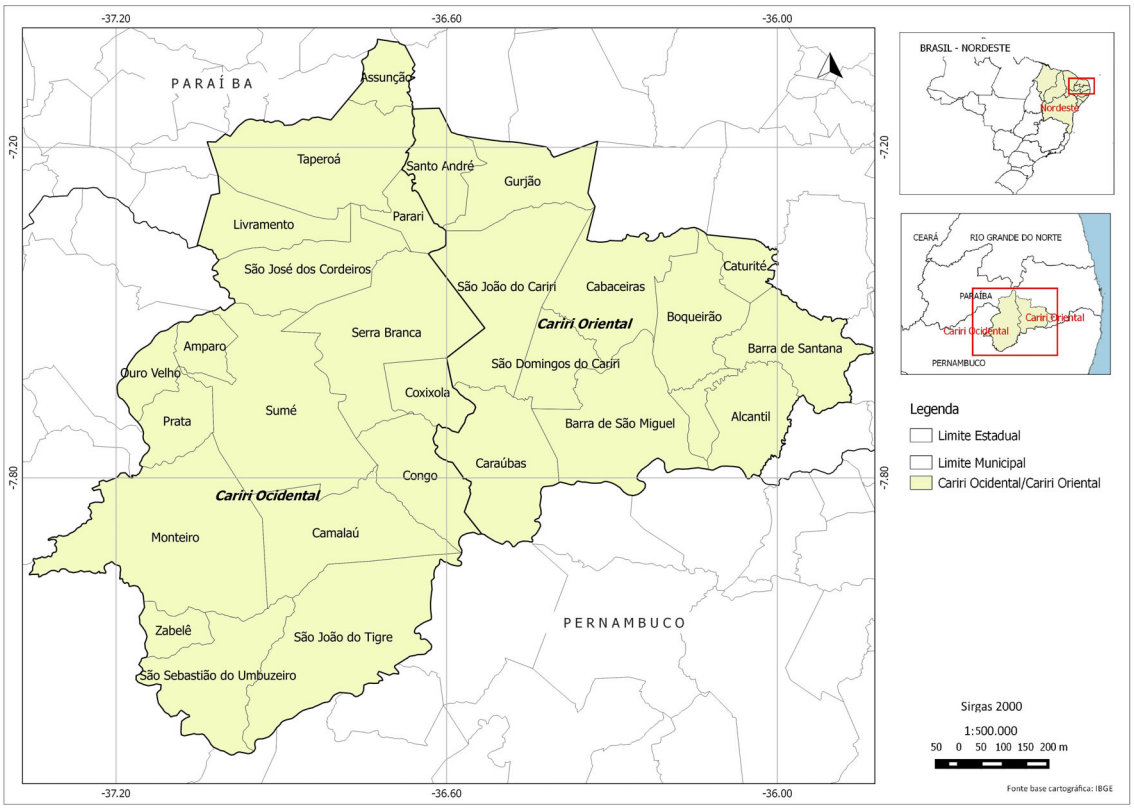
Assim, o objetivo deste capítulo é analisar a situação climático-ambiental das microrregiões dos Cariris paraibanos, no contexto da mudança climática. Tal contexto se caracteriza por eventos climáticos extremos mais comuns, principalmente de secas-relâmpago, acompanhada de altas temperaturas. Além disso, da consequente expansão de áreas áridas ou semiáridas, aumento da degradação das terras e da desertificação.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O estudo foi delimitado às fronteiras do atual Semiárido brasileiro, em particular dos Cariris paraibanos. Localizados no sul da Paraíba, conforme apresentado na Figura 1, essas microrregiões ocupam uma área de aproximadamente 11.225 km², formados pelo Cariri Oriental (12 municípios) e pelo Cariri Ocidental (17 municípios), inseridos na região do Semiárido brasileiro. Sua população total é estimada em 194.376 habitantes (IBGE, 2016; Meneses; Nascimento, 2014).

As microrregiões fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Norte, compreendendo as regiões hidrográficas do Alto e de parte do Médio curso do rio Paraíba, bem como da sub-bacia do rio Taperoá.



Fonte: IBGE (2000).

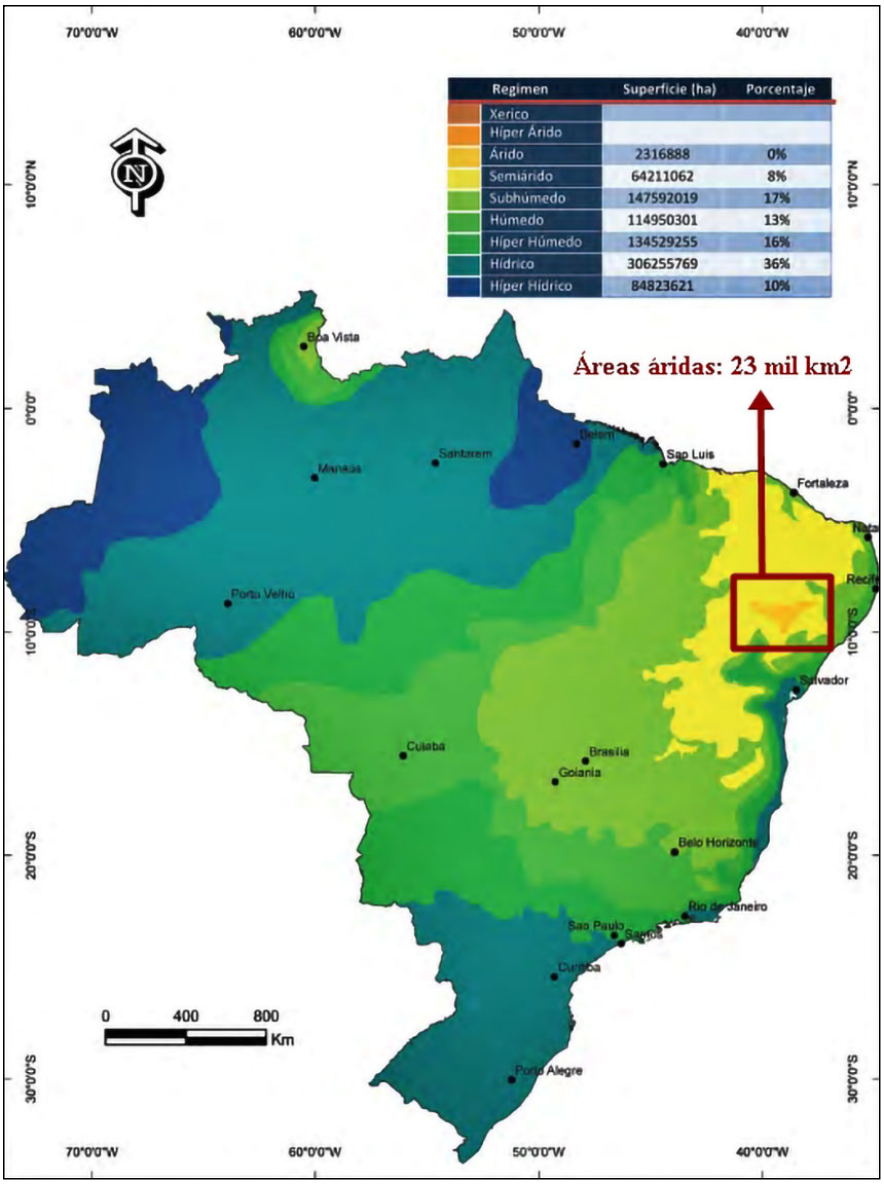
Figura 1. Microrregiões do Cariri Oriental e do Cariri Ocidental paraibanos.

Surgimento de áreas áridas no Brasil

A existência de áreas áridas no Semiárido brasileiro foi identificada inicialmente em estudo que ocasionou a publicação do Atlas das Zonas Áridas da América Latina e do Caribe (UNESCO, 2010). Na época, constatou-se que existiam pelo menos 23 mil km^2 de áreas áridas, restritas a territórios do norte da Bahia e sul de Pernambuco, em uma região conhecida como o Raso da Catarina. A Figura 2 mostra o resultado do mapeamento.

O Atlas foi baseado em dados de estações meteorológicas, do período de 1970 a 2000, enviados por pesquisadores brasileiros integrantes do estudo. Cada país da América Latina e do Caribe fez o controle da qualidade dos dados e os enviou para o Programa Hidrológico Internacional (PHI). Posteriormente, Barbosa, Lakshmi-Kumar e Silva (2015) analisaram esses dados sobre o surgimento de áreas áridas no Nordeste brasileiro.

O mapeamento já apresentou melhorias nos dados e na metodologia utilizada. O Atlas tomou por base não apenas a análise do índice de aridez (relação entre a taxa de evapotranspiração potencial e o volume de precipitação), mas também considerou o regime hídrico da região, ou seja, a quantidade de meses secos, a partir do índice de aridez. Essa metodologia permitiu fazer a classificação climática sazonal (mensalmente), tendo como limiar o índice de aridez de 0,50.



Fonte: Unesco (2010).

Figura 2. Mapeamento das áreas áridas no Brasil.

Mas apesar de a pesquisa da Unesco ter aprimorado a análise, ao não se limitar ao estudo da média anual, dependia da infraestrutura de coleta de dados disponíveis, ainda insuficientes em algumas áreas da região. Barbosa (2024) destaca que ainda existem vazios na coleta de dados em superfície, que dificultam a delimitação precisa das áreas áridas e semiáridas do Brasil. Há várias áreas de transição na região que ainda não são observadas na superfície, em razão da ausência de estações meteorológicas instaladas. Apenas dados de satélite fornecem informações sobre essas áreas.

Além disso, existe uma diferença marcante entre aridez da superfície (índice de aridez) e aridez atmosférica. O índice de aridez compara somente o valor anual médio da evapotranspiração com a média da precipitação total anual. Dessa relação, consideram-se áreas áridas aquelas que apresentam índice de aridez de 0,05 a 0,20. No Atlas da Unesco

(2010), esse índice de aridez foi comparado com o regime hídrico da região, que considera a sazonalidade da precipitação, ou seja, o número de meses secos ao longo do ano. Uma área árida normalmente enfrenta de 9 a 10 meses de seca.

Já a aridez atmosférica está ligada à secagem da atmosfera. Ocorre quando se observa perda de umidade, menor presença de vapor d'água na atmosfera, redução das nuvens e, consequentemente, diminuição das chuvas em determinada região (Barbosa, 2023). O estudo realizado pelo Laboratório Lapis, descrito neste capítulo, desenvolveu uma metodologia abrangente, que permite analisar a relação entre dados da superfície terrestre e dados da atmosfera, conforme será descrito a seguir.

Procedimentos Metodológicos

Neste capítulo, são apresentados resultados de pesquisas recentes do Laboratório Lapis sobre a expansão das áreas áridas e semiáridas no Brasil. Em seguida, é analisada a situação ambiental e climática das microrregiões dos Cariris paraibanos, no contexto da mudança climática no Semiárido brasileiro.

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em Barbosa (2023) e Barbosa (2024). Trata-se de uma metodologia que integra tanto variáveis da superfície terrestre quanto da atmosfera, permitindo comparar sua relação. Foram analisadas bases de dados de satélites do período de 1990 a 2022.Em uma primeira etapa da pesquisa, focada na superfície terrestre, os estudos foram feitos a partir de índices de precipitação, umidade do solo e temperatura, baseados em dados de satélites. Também foi analisada a resposta da vegetação às secas, levando-se em conta a umidade do solo e a temperatura, com dados de satélites do período de 2004-2022.

Foram calculados o Índice Padronizado de Precipitação e Temperatura (SPEI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O SPEI é um índice global muito utilizado, que define a condição de secas extremas, analisando-se limiares de seca a cada mês. Esse índice de seca considera precipitação e temperatura, para definir o número de meses secos e definir a situação da aridez na região. Esses dados foram relacionados ainda com a situação da cobertura vegetal, a partir da análise do NDVI.

A partir do mapeamento feito com índices de seca e NDVI, a estimativa foi validada com uma amostra de dados *in situ* da superfície. Todavia, isso depende dos pontos em que as estações meteorológicas estão localizadas. Nas áreas em que há vazios de dados de superfície, essa correlação foi feita com uma amostra de dados de precipitação obtidos por sensores remotos (Barbosa, 2024).

No estudo, ao invés de utilizar apenas os dados de precipitação e evapotranspiração, tradicionalmente utilizado para analisar o índice de aridez, foi usado o SPEI, um índice que permite analisar essas duas variáveis, além da temperatura máxima, para caracterizar a aridez climática de determinada região.

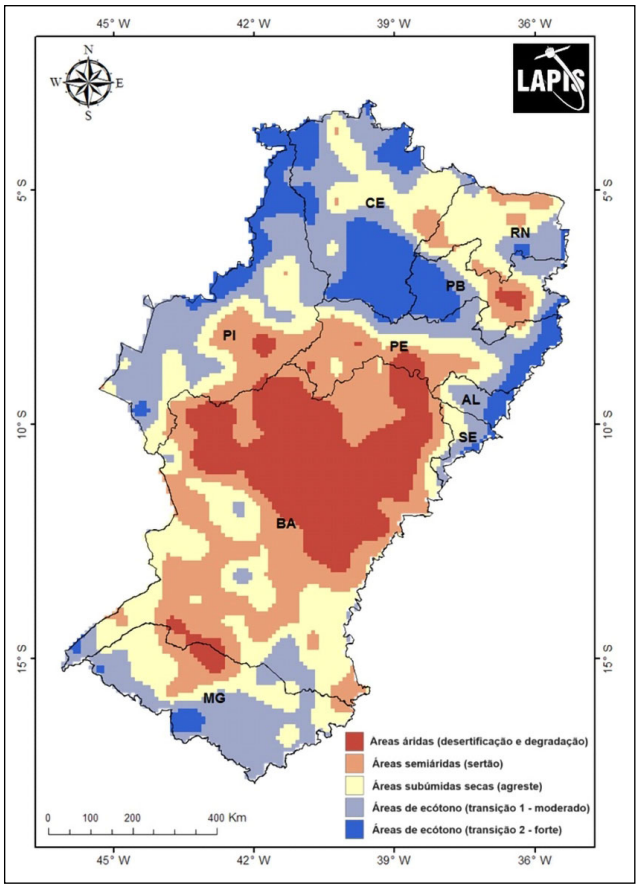
Dessa forma, a metodologia do estudo não se baseou na análise dos dados pela média dos dados, que geralmente mascara os extremos climáticos. Mas em quantos meses secos ocorreram, ao longo do período de 12 meses. Com isso, caracterizou-se o índice de aridez usando o SPEI, em uma série de dados de 30 anos, mapeando a aridez climática do Semiárido brasileiro.

Em uma segunda etapa, essas áreas foram comparadas com o balanço de energia da atmosfera, olhando o indicador de radiação de onda curta (a radiação solar que incide sobre a superfície terrestre) e o indicador da radiação de onda longa (emitida da superfície para o espaço). Para isso, foram utilizados dados do satélite Meteosat-11, referentes ao período de 2004-2022.

Com isso, o estudo permitiu identificar evidências de como a degradação das terras (situação da superfície) já impacta na redução das nuvens de chuva sobre o Semiárido brasileiro (situação atmosférica). Essa integração de dados é fundamental para entender a complexidade das mudanças na região, tanto do ponto de vista climático quanto do acelerado processo de degradação das terras, especialmente em áreas como as microrregiões dos Cariris da Paraíba.

Resultados e Discussão

Mapeamento mostra expansão das áreas áridas e semiáridas no Brasil



Fonte: Lapis.

Figura 3. Distribuição espacial das terras secas no Semiárido brasileiro, a partir de dados de satélites (1990-2022).

No período de 1990 a 2022, o Semiárido brasileiro tornou-se mais árido. Um mapeamento recente feito pelo Laboratório Lapis mostrou que a aridez já afeta área significativa da Bahia, além de áreas de Pernambuco, Paraíba, Piauí e uma pequena proporção do norte de Minas Gerais. O aumento da aridez, observado a partir de séries de dados históricos, ocorreu principalmente em razão do agravamento das secas e da piora no aquecimento global (Barbosa, 2024).

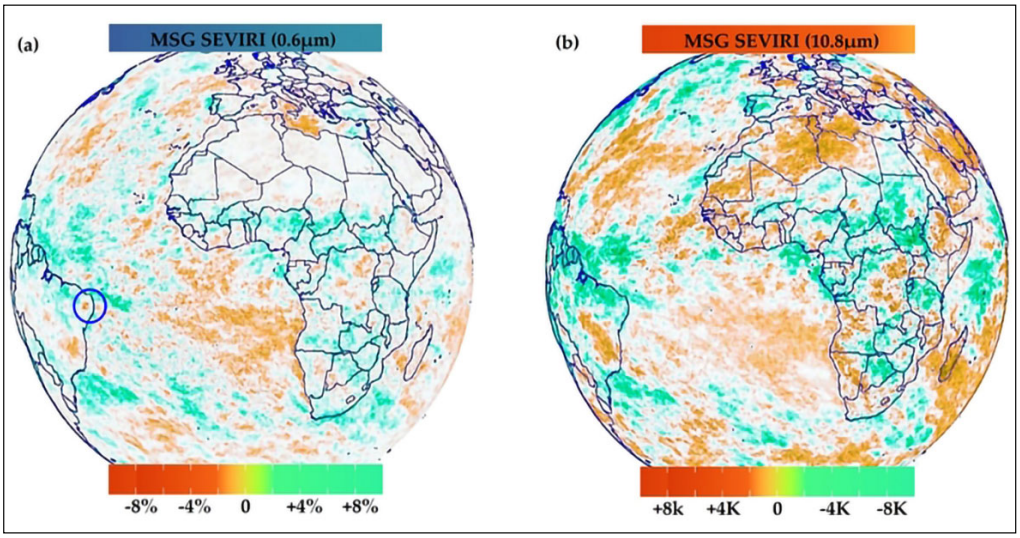
O novo mapeamento feito por Barbosa (2024) mostrou a expansão das áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas no Semiárido brasileiro, conforme apresentado na Figura 3. A pesquisa se deteve às fronteiras da delimitação do Semiárido de 2017, sem incluir a situação das áreas do entorno. O mapa destaca a distribuição espacial das terras secas no Semiárido brasileiro (áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas), bem como suas áreas de transição, a partir de dados de satélites do período de 1990 a 2022.

De acordo com o estudo, uma área total de 725 mil km^2 do Semiárido brasileiro passou da condição de subúmida seca/úmida para semiárido, nas últimas três décadas. Isso significa que cerca de 55% das terras subúmidas secas (Agreste) da região estão se tornando áreas semiáridas e passaram a enfrentar, em condições normais, estiagem com duração de 5 a 6 meses.

Os resultados também mostraram que uma área estimada em cerca de 282 mil km^2 do Semiárido brasileiro já se tornaram áridas. Isso corresponde a mais de 8% das terras da região, que já enfrentam naturalmente pelo menos 10 meses de estiagem.

De acordo com o novo mapeamento, embora a Bahia seja o estado do Nordeste mais atingido pela emergência das áreas áridas, existem outras áreas muito críticas que também se tornaram áridas: é o caso dos Cariris paraibanos, além do sul de Pernambuco, sudoeste do Piauí e uma área pontual do norte de Minas Gerais.

O estudo utilizou séries temporais de dados de satélites com alta cobertura espacial, analisados com uma metodologia avançada. Com isso, foi possível capturar a atual dinâmica de mudanças ambientais e climáticas no Semiárido brasileiro, a partir da interação de variáveis tanto da superfície quanto da atmosfera.



Fonte: Lapis.

Figura 4. Imagens do satélite Meteosat, período 2004-2022 mostram redução das nuvens de chuva no Semiárido brasileiro.

A aridez da superfície tem aumentado no Semiárido brasileiro, mas a literatura ainda não havia identificado sua influência sobre a atmosfera. Recentemente, Barbosa (2023) constatou que áreas áridas severamente degradadas já reduzem a formação de nuvens de chuva na região. Ou seja: áreas degradadas e desertificadas têm agravado ainda mais a situação das secas.

A Figura 4, processada com dados do satélite Meteosat, referente ao período de 2004-2022, mostra o resultado do estudo do Laboratório Lapis. No lado direito (Figura 4b), destaca-se a tendência de aumento das temperaturas. Já no lado esquerdo, o destaque em azul (Figura 4a), se refere aos locais onde foi identificada a relação direta da redução das nuvens de chuva com as áreas áridas e/ou severamente degradadas no Semiárido brasileiro. A imagem mostra a tendência de redução das nuvens, principalmente na área central do Nordeste, exatamente onde se detectou a existência de áreas áridas em maior extensão.

Com os dados do satélite Meteosat, de alta frequência temporal, foi possível analisar a troca de energia entre a superfície e a atmosfera, percebendo que, em alguns locais muito secos e degradados, a vegetação não responde mais aos fatores climáticos.

A pesquisa detectou uma mudança preocupante na interação superfície-atmosfera: a degradação severa das terras tem contribuído para reduzir as chuvas. Com o aumento das secas, cresce ainda mais a degradação da superfície. É um círculo vicioso, que se retroalimenta, tendendo a expandir as áreas áridas e semiáridas do Brasil, caso os processos de degradação não sejam contidos.

A análise das imagens permitiu identificar um processo pelo qual a ação humana de degradação, associada às adversidades climáticas, perturbam a cobertura vegetal. Mesmo

quando ocorrem volumes significativos de chuva, as plantas não conseguem mais se recuperar (atingiram um ponto de não retorno), em razão do elevado nível de degradação das terras. Por consequência, também houve o declínio dos fatores da atmosfera, que não mais respondem a essas áreas muito secas e severamente degradadas, tendo havido redução das nuvens de chuva.

No Semiárido brasileiro, os processos de degradação das terras, provocados pela ação humana, combinados com variações climáticas, a exemplo das secas extremas, agravam a situação. Como já dizia, nos anos 1970, João Vasconcelos Sobrinho, estudioso pioneiro na área, há um deserto em processo de formação, já iniciado e que ameaça se expandir a toda a região circunvizinha.

Enquanto o Atlas da Unesco analisou o índice de aridez e o regime hídrico, a pesquisa recente do Laboratório Lapis é mais abrangente, pois se deteve à análise da aridez atmosférica, associada à degradação das terras (condição da cobertura vegetal e dos solos severamente degradados). Com isso, concluiu-se ter havido redução nas nuvens de chuva no Semiárido brasileiro.

A pesquisa do Lapis também analisou o papel das secas rápidas no aumento da aridez no Semiárido brasileiro. Com início rápido e forte intensidade, esses extremos de seca e altas temperaturas duram apenas alguns dias ou semanas. Mas seus impactos são dramáticos sobre os solos degradados e têm uma relação direta com o aumento da aridez na superfície (Barbosa, 2023).

Essas análises estão alinhadas com o estudo clássico do meteorologista Jule Charney (1975). Dois anos antes da primeira Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, realizada em Nairóbi, ele reconheceu os *feedbacks* climáticos causados pelas alterações na superfície terrestre. Charney chamava atenção para o impacto que a degradação da cobertura vegetal pode ter tido nas devastadoras secas, em áreas semiáridas como a região do Sahel, na África Ocidental. Entre os fatores de degradação, citavam a devastação por desmatamento, sobrepastoreio e queimadas.

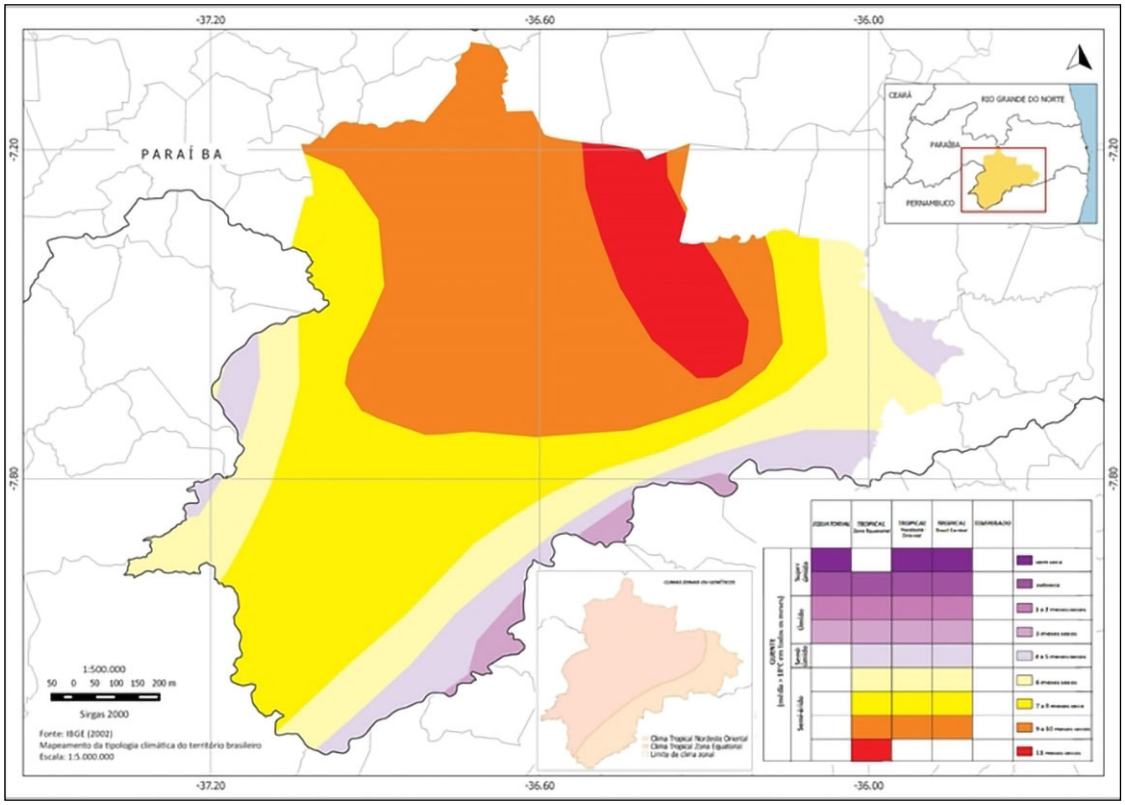
Nesse sentido, coletando dados da interação entre a aridez da superfície e a aridez atmosférica, o estudo do Laboratório Lapis identificou os feedbacks da degradação das terras sobre o clima no Nordeste brasileiro. A pressão do vapor d'água é comum aos dois tipos de aridez. Tanto na análise mês a mês quanto na média anual, permite capturar melhor o aumento das secas e a presença das massas de ar seco.

Embora a média anual suavize os resultados, na análise mensal, é possível identificar melhor a concentração de umidade e temperaturas mais baixas. No verão, massas de ar seco mais intensas e altas temperaturas afetam o regime hídrico. Com isso, há uma relação direta entre secas e ondas de calor.

De acordo com o novo mapeamento apresentado por Barbosa (2024), os Cariris paraibanos é uma das cinco áreas áridas emergentes no Semiárido brasileiro. Esse território geográfico está inserido na área mais severa de ocorrência de secas na região. A Figura 5 apresenta a variação do tempo de duração da seca e os níveis de severidade da sua ocorrência.

Existem áreas do Semiárido brasileiro que frequentemente experimentam períodos secos de até 11 meses. No Livro "Um século de secas", Buriti e Barbosa (2018) comparam as condições climáticas dos Cariris paraibanos com o Raso da Catarina. Essas microrregiões têm em comum a característica natural de enfrentar, em condições normais, até 11 meses de seca. A Figura 5 mostra o número de meses secos nos Cariris paraibanos.

Existem outros fatores que diferenciam os Cariris paraibanos da microrregião do Raso da Catarina, como densidade populacional, disponibilidade de água e intensidade do nível de degradação das terras. Embora a dinâmica climática dos Cariris paraibanos e do Raso da Catarina seja muito parecida, em termos de índice pluviométrico, a topografia dessas regiões é muito diferente. Nos Cariris, há algumas características particulares, como a topografia do Planalto da Borborema, que impede o fluxo de umidade, reduzindo as chuvas nessas áreas.



Fonte: IBGE (2002).

Figura 5. Mapeamento da tipologia climática do território dos Cariris paraibanos.

Pelo exposto na Figura 5, nota-se que nas áreas mais críticas dos Cariris, é comum que a seca se prolongue por um período de 7 a 11 meses. Nesse sentido, se em condições normais, as condições de aridez já se apresentam sob tal intensidade, durante as secas prolongadas, pode ocorrer um desastre socioambiental, caso não se disponha de uma infraestrutura adequada e um preparo da população para adaptação aos seus impactos (Buriti; Barbosa, 2018).

Embora a ecorregião do Raso da Catarina, na Bahia, também apresente a característica natural de até 11 meses secos, os Cariris paraibanos, pertencentes à Depressão Sertaneja Setentrional, correspondem à área mais seca da região. Isso ocorre porque a pluviosidade das microrregiões paraibanas é reduzida pela barreira geográfica do Planalto da Borborema, com precipitação média anual em cerca de 350 mm, enquanto na parte norte do Raso da Catarina, a média anual fica em torno de 450 mm (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002).

Essa observação está em consonância com a afirmação de Pereira (2008) e de Alves (2009), de que a região corresponde à área mais seca do Brasil, com registro pluviométrico médio anual inferior a 300 mm. Como exemplo, Cabaceiras, município localizado nos Cariris da Paraíba, na faixa mais crítica de seca apresentada na Figura 5, registra média anual em torno de 300 mm, o mais baixo índice pluviométrico do Brasil. Segundo Meneses e Nascimento (2014), durante a seca extrema de 2012 no Semiárido, grande parte dos municípios dos Cariris ficou com média pluviométrica acumulada ao ano e torno de 200 mm.

Além disso, os Cariris paraibanos estão entre as áreas mais degradadas pela ação antrópica, com território em processo de desertificação. O Raso da Catarina, por sua vez, está entre as áreas da Caatinga que menos sofreram impactos até agora, principalmente devido à baixa densidade populacional, consequência da pouca disponibilidade de água (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002). Nessa área, está localizada a Estação Ecológica do Raso da Catarina, unidade de conservação de proteção integral da Caatinga, localizada na Bahia.

De acordo com Barbosa, Silva e Medeiros (2016), os Cariris paraibanos são as áreas do Semiárido brasileiro que apresentam o mais alto risco de seca. Os estados do Piauí, Pernambuco e Bahia também registram maior probabilidade de ocorrência do fenômeno.

Na cobertura florestal dos Cariris paraibanos predomina a caatinga hiperxerófila, apresentando-se geralmente com fisionomia de estepe arbustiva. Os constantes desmatamentos e desflorestamentos para ocupação dos solos pela agricultura e pecuária provocaram intensos impactos nas matas e florestas secas dessas microrregiões, reduzindo grande parte da sua biodiversidade. A maioria das espécies de plantas da caatinga perdem suas folhas para resistir à seca, característica que, associada à degradação da cobertura vegetal, provoca o aumento da exposição dos solos aos processos erosivos e o avanço do processo de desertificação (Pereira, 2008).

Além da substituição da caatinga nativa pela agricultura e pecuária, na dinâmica histórica de ocupação dos solos dos Cariris, destacam-se atividades econômicas como o uso intensivo do extrativismo mineral, associado à retirada da vegetação para fornecer

fontes energéticas (lenha e carvão), que já atinge grandes proporções e agrava a situação da desertificação (Alves; Souza; Nascimento, 2009).

Segundo a classificação do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca da Paraíba (PAE-PB), cerca de 93,7% do estado encontra-se em processo de desertificação. Os maiores índices de deterioração dos solos estão localizados nos Cariris e no Seridó, além da mesorregião do Sertão. No Cariri Ocidental, cerca de 60% do território se encontra em situação de alto nível de degradação, enquanto 35% em médio e 5% em baixo; no Cariri Oriental, estima-se que 71% das suas terras estão em nível de desertificação considerado alto, 28% em médio e 1% em baixo (Paraíba, 2011).

Conclusão

Este estudo identificou a distribuição espacial das terras secas no Semiárido brasileiro, no período de 1990 a 2022, utilizando-se índices de precipitação, temperatura e umidade do solo. Também foi analisada a resposta da vegetação às secas, a partir da análise do NDVI, com dados de satélites do período de 2004-2022.

Analisando imagens do satélite Meteosat, do período de 2004-2022, observou-se um fator agravante da situação do Semiárido brasileiro: que áreas severamente degradadas já interferem gravemente na formação de nuvens de chuva sobre a região. Os processos de degradação mudaram a condição do solo e sua interação com a atmosfera, ao longo do tempo, absorvendo menos e refletindo mais energia. Com isso, cria-se um círculo vicioso, que se retroalimenta, no qual secas provocam maior degradação das terras, que por sua vez, pioram a situação das secas.

A metodologia abrangente utilizada considerou a interação de variáveis da superfície terrestre com a atmosfera, permitindo identificar o surgimento e/ou expansão de áreas áridas em cinco estados do Semiárido brasileiro. Dentre essas áreas áridas, estão os Cariris da Paraíba, microrregiões mais secas do Brasil, altamente ameaçada pela degradação e pelo processo de desertificação. Essa situação se agrava com o surgimento de áreas áridas, secas mais severas e altas temperaturas, no contexto da mudança climática.

Referências

ALVES, J. J. A. Caatinga do Cariri Paraibano. **Geonomos**, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009.

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N.; NASCIMENTO, S. S. Núcleos de desertificação no estado da Paraíba. **Ra´ega**, n. 17, p. 139-152, 2009.

BARBOSA, H. A. Understanding the rapid increase in drought stress and its connections with climate desertification since the early 1990s over the Brazilian semi-arid region. **J. Arid Environ.** 2024, 222. p. 1-19.

BARBOSA, H. A. Flash drought and its characteristics in northeastern South America

during 2004–2022 using satellite-based products. **Atmosphere.** 2023, 14. p. 1-23. https:// doi. org/10.3390/atmos14111629

BARBOSA, H. A.; LAKSHMI KUMAR, T. V.; SILVA, L. R .M. Recent trends in vegetation dynamics in the South America and their relationship to rainfall. **Nat Hazards**. 77, 2015. p. 883-899. https://doi.org/10.1007/s11069-015-1635-8

BRASIL. **Relatório Brasil 2040:** Resumo executivo. Presidência da República, Brasília-DF, 2015.

BURITI, C. O.; BARBOSA, H. A. Desertificação e mapeamento de áreas degradadas no Semiárido brasileiro a partir de satélites. In: MAGNONI JUNIOR, L. (Orgs.). **Ensino de geografia e a redução do risco de desastres em espaços urbanos e rurais**. CPS, São Paulo, 2022. p. 149-167.

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, H. A. **Um século de secas**. Lisboa-Portugal, 2018. 454 p.

IBGE. **Base cartográfica.** Sirgas. 2000.

IBGE. **Climas do Brasil:** Mapeamento da tipologia climática do território brasileiro. 2002.

IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros**. 2016. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 26 nov. 2016.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology,** v. 124, n. 3-4, 2017. p. 1189-1200.

MENESES, L. F.; NASCIMENTO, M. A. L. Proposta de frameworks para inventariação de Geossítios do Cariri Paraibano. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 42, p. 105-123, 2014.

PARAÍBA. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba (PAE-PB/IICA).** João Pessoa-PB: SERHMACT/ Sudema, 2011.

PEREIRA, D. D. **Cariris paraibanos**: do sesmarialismo aos assentamentos de reforma agrária. Raízes da desertificação. Tese de Doutorado em Recursos Naturais da UFCG. Campina Grande-PB, 2008.

UNESCO. **Atlas de zonas áridas de América Latina y el Caribe**. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, n. 08, 2010.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de processos de desertificação:** manual de indicadores. Recife-PE: SUDENE-DDL, 1978.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões:** propostas para o bioma Caatinga. Recife-PE: APN; The nature conservancy do Brasil, 2002.

WILLIAMS, A. Park. et. al. Grande contribuição do aquecimento antropogênico para uma megasseca emergente na América do Norte. **Science,** 368, 6488, 2020. p. 314-318.

WILD FAUNA PRESENT IN THE URBAN RIVERSIDE LANDSCAPE DURING THE DYNAMICS OF THE RISE OF THE WATERS OF THE JARI RIVER-AP[1]

FAUNA SILVESTRE PRESENTE NA PAISAGEM RIBEIRINHA URBANA DURANTE A DINÂMICA DA SUBIDA DAS ÁGUAS DO RIO JARI-AP

FAUNA SILVESTRE PRESENTE EN EL PAISAJE RIBEREÑO URBANO DURANTE LA DINÁMICA DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL AGUA DEL RÍO JARI–AP

FAUNE SAUVAGE PRÉSENTE DANS LE PAYSAGE RIVERAINE URBAIN LORS DE LA DYNAMIQUE DE LA MONTÉE DES EAUX DU FLEUVE JARI–AP

Estela Carvalho da Silva[2]

Nubia Caramello[3]

Ananda da Silva Araújo[4]

1 Artigo produto de ações dentro do 1Projeto Vozes do Rio Jari, como bolsista e do desenvolvimento de pesquisa apresentado ao Instituto Federal do Amapá como requisito para a obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental, publicado uma versão no repositório institucional.

2 Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7374-2548. E-mail: estelafanyc@gmail.com.

3 Orientadora e coordenadora do Projeto Vozes do Rio Jari, Doutora em Geografia. Docente do Instituto Federal do Amapá e Coordenadora da Graduação em Biologia e da Pós-Graduação em Agroextrativismo e Desenvolvimento Regional. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2167-9759. E-mail: nubia.caramello@ifap.edu.br.

4 Coorientadora, Mestranda em Desenvolvimento da Amazônia Sustentável. Técnica em Laboratório do Instituto Federal do Amapá. ORCID: https://orcid.org/0009-0001-5564-6963. E-mail: ananda.araujo@ifap.edu.br.

Introduction

Climate extremes are acutely felt within the Amazon rainforest. During periods of water level rise beyond expectations, such as the one that occurred between February and June of 2022, both dangerous and non-dangerous species inhabiting protected areas are brought closer to urban areas. To identify perceptual indicators, the umbrella project "Vozes do Rio Jari" (Caramello; Kruger, 2023) was established and approved by the Ethics Committee. This project includes a sub-project, which became the subject of study with a scholarship for the first author and resulted in the completion of their final undergraduate project for the Environmental Management Technology program at the Federal Institute of Amapá, Laranjal do Jari campus, defended in December 2023. The motivation to investigate the presence of wildlife and its impact on affected communities, as well as on the animals themselves, arises from the need to understand how respondents feel threatened, the real risks, and what actions would be necessary to mitigate the impact on animals seeking shelter in homes as they are brought by the rising waters, simultaneously causing fear among the residents.

Due to the location of Laranjal do Jari in Amapá, near the Jari River and within the most preserved municipality in the state and the Amazon, interaction between the population and wildlife is a common occurrence, especially in low-altitude areas, which are directly influenced by the waters of the Jari River and the native forest. However, the variety and frequency of species interactions are more intense during the winter, due to the high amount of rainfall. During this period, the waters of the Jari River tend to rise above their normal level, potentially exceeding 43.0039 meters as observed in 2022, compared to a normal level of around 2.89 meters according to Aleixo and Lima (2023) during project monitoring.

With this rise in water level, surrounding areas are flooded, causing terrestrial wild animals to enter the city in search of shelter and food. Conversely, aquatic species see their habitat expanded to include all flooded regions. This scenario is not limited to Laranjal do Jari, as the interaction between residents and wildlife is common throughout the Amazon region.

Furthermore, among the animals that enter urban areas in the Amazon, snakes are the most common (Ferreira *et al.*, 2023). According to Costa (2021), there are over 400 species of snakes in Brazil, but only about 50 to 60 of them are venomous. However, within this biome, encounters with these venomous animals are more common. Costa (2021) also notes that, according to Dr. Maria Ermelinda Oliveira, a professor at the Federal University of Amazonas (UFAM), most encounters between humans and snakes in urban areas involve species such as Jararaca, Boa Constrictor and Anaconda. These snakes enter urban areas in search of rodents for food, particularly during the rainy season when food availability increases and it is their reproductive period.

Thus, considering the impacts of climate change cannot be limited to human issues but must also include the socio-biodiversity of the Amazon, which encompasses all forms of life within it. This includes zoogeography, which is rarely reported on, highlighting

how species are affected and the factors bringing them into urban areas during extreme rainy periods, justifying the present study.

Development

The Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBIO, 2021) reports that the Amazon spans almost 49.30% of Brazilian territory and extends into eight other countries (Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay, Peru, Venezuela, French Guiana, and Suriname). It houses the Amazon Rainforest, known as "the largest tropical forest in the world," covering an area of over 5 million km² and containing one of the world's greatest biodiversities.

Due to its vast territory, the forest does not feature just one type of vegetation. According to Sousa (2023), the flora is classified into three groups: terra firme forest, igapó forest, and várzea forest. These groups are distributed among the hydrographic basins that also contribute to its rich aquatic network.

The Jari River basin is located in Amapá and serves as a source of livelihood for many families living in its vicinity and along its direct influence areas (riverbanks). It also acts as a territorial boundary between the states of Amapá and Pará. Its tributaries include the Iratapuru, Iratapina, Noucouro, Mapiri, Cuc, Culari, Curapi, Ximim-Ximim, and Mapaoni rivers, and it discharges into the Amazon River (Rio, 2022).

This basin covers an estimated 950 km, originating in the Tumucumaque Mountains, and its course flows through three Indigenous Lands (Waiãpi, Paru d'Este, and Tumucumaque Park). Additionally, it passes through several Conservation Units (CUs) designated for full protection and sustainable use, with its watersheds bordering Suriname and French Guiana. Consequently, the basin experiences minimal human impact, except in the southern area where it traverses several municipalities, including Laranjal do Jari (Amapá), the Monte Dourado district (Pará), and Vitória do Jari (Amapá), among others (Oliveira; Cunha, 2017 *apud* Silveira, 2014).

Laranjal do Jari is situated on the left bank of the Jari River. The city began to develop in an unplanned manner in the 1960s, triggered by the arrival of Companhia Jari Florestal e Agropecuária Ltda, owned by entrepreneur Daniel Ludwig. He established his industry within the municipality of Almeirim, Pará, and constructed a planned city (Monte Dourado, a district of Almeirim, Pará) to house his employees on the right bank of the Jari River (Siqueira *et al.*, 2011 *apud* Siqueira *et al.*, 2012).

As a result of this enterprise, migration began to occur towards the opposite bank of the Jari River, leading to unorganized settlement on the left bank. To this day, most homes are still built on wooden stilts (Figure 2) (Siqueira *et al.*, 2012).



Source: Research database (2023).
Figure 1. Stilt House.



Source: Research database (2023).
Figure 2. Landscape of stilt houses in the várzea area of Laranjal do Jari – AP.

Currently, the city is growing, but now in a more "organized" manner. The area where the first settlements were constructed is known as Beiradão, with its initial formation occurring between the 1970s and 1990s (Fig. 3). In this area, houses were built on stilts due to the várzea region, which is directly affected every year by the flooding of the Jari River (Toste, 2012).

Figure 4 shows that a large area of the city lies within the várzea region of the Jari River. This, combined with the fact that Laranjal do Jari is within the Amazon Biome and surrounded by native forest, creates a unique environment. According to IBGE data (20--), the municipality itself contains five Protected Areas, including four Conservation Units (CUs): the Jari Ecological Station (ESEC), Tumucumaque Mountains National Park (PARNA), the Cajari River Extractive Reserve (RESEX), and the Iratapuru River Sustainable Development Reserve (RDSI), as well as the Waiãpi Indigenous Land (TI).

Consequently, 94.8% of the municipality's territory is classified as a conservation unit, creating a rich environment for wildlife where interactions between residents and wild or non-domesticated animals are common. It is also notable that some species tend to appear only during the river's flood season, while others become less present in the area (IBGE, 20--).

The municipality's biodiversity is extremely diverse due to these conditions. Within each Conservation Unit's territory, there is a vast variation in fauna, as all have territories exceeding 65,000 hectares (Drummond *et al.*, 2008). Each Conservation Unit thus presents a unique biodiversity, which varies due to changes in topography, resulting in different fauna and flora. As previously mentioned, the Amazon Biome's vegetation can vary according to the area's relief.

Therefore, discussing the fauna's biodiversity requires addressing each Conservation Unit individually. Some species leave the protected areas and move towards urban regions, while others are present in all CUs, such as the jaguar. According to Cullen *et al.* (2005) and De Angelo *et al.* (2011) *apud* Marato *et al.* (2013), the Panthera onca needs large remnants of natural vegetation for survival. According to WWF-Brazil [20--], each specimen's territory can range from 22 to 150 km², with males' territories overlapping those of several females, and they are extremely territorial animals.

Due to these characteristics, the jaguar can be found in all of the municipality's CUs. With approximately 95% of its territory preserved and free from human presence, the municipality offers an ideal environment for several individuals of this species. Thus, the presence of one or more individuals in each CU is common.

The following sections will provide an overview of the fauna within the CUs directly influenced by the Jari River, connecting the urban riverside area of Laranjal do Jari and identifying the origins of species that appear in this urban area during the flood season:

The Jari Ecological Station hosts several endemic species, including birds such as the channel-billed toucan (*Ramphastos vitellinus*), the black-necked aracari (*Selenidera piperivora*), the white-fronted manakin (*Lepidothrix serena*), the opal-rumped tanager (*Tangara velia*), and the red-legged honeycreeper (*Cyanerpes cyaneus*). Additionally, within the ecological station, there are 12 species of bats (*Chiroptera*), 16 non-flying mammals, and three species listed as "endangered": the giant armadillo (*Priodontes maximus*), the jaguar (*Panthera onca*), and the red-faced spider monkey (*Ateles paniscus*) (Drummond *et al.*, 2008; Ferreira *et al.,* 2022).

The most prevalent fauna in the Iratapuru River Sustainable Development Reserve are non-flying mammals, including three species listed as endangered: the jaguar (*Panthera onca*), the ocelot (*Leopardus* sp.), and the giant otter (Pteronura brasiliensis). Additionally, rare primate species such as the bearded saki (*Chiropotes sagulatus*) and the white-faced saki (Pithecia pithecia) are present (Drummond *et al.*, 2008).

Tumucumaque Mountains National Park is rich in non-flying mammals and differs from the Jari Ecological Station and the Iratapuru Reserve by having not only three but four endangered species: the jaguar (*Panthera onca*), the giant armadillo (*Priodontes maximus*), the ocelot (*Leopardus* sp.), and the giant otter (Pteronura brasiliensis). The park is home to both large and small mammals, with a higher density of small mammals (Drummond *et al.*, 2008).

The Cajari River Extractive Reserve hosts species such as the agouti (Dasyprocta leporina), the acouchi (*Myoprocta agouti*), the collared peccary (*Tayassu pecari*), the lowland tapir (*Tapirus terrestris*), the water opossum (*Chironectes minimus*), the tree rat (*Isothrix* sp.), the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), the neotropical otter (*Lontra longicaudis*), and the giant otter (*Pteronura brasiliensis*). Additionally, it is home to two species of river dolphins: the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*), among others (Drummond *et al.*, 2008).

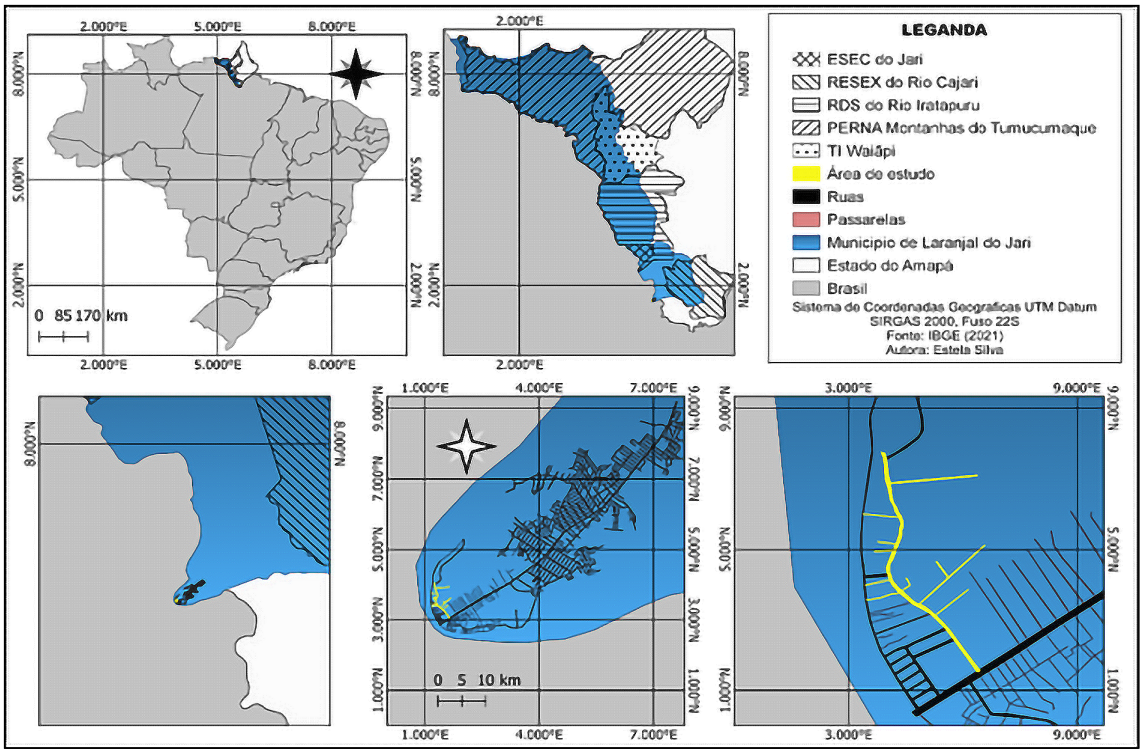
This database underpins the research, drawing from the local population's memories and records of their interactions with wildlife or sightings of animals moving through the region. By doing so, it helps to understand their perceptions of these species.

Data collection method

Study area

The research was conducted within the urban portion of Laranjal do Jari, which comprises only 18.5 km² of urban area out of the total 32,166.29 km² of the municipality's territory. This means that the urban area represents only 0.05% of the total territorial area of the municipality (Siqueira *et al.*, 2012).

Within this urban area, the research was conducted on Rua da Antiga Usina (Figure 3) in the Malvinas neighborhood. This street is one of the oldest in the city, and it is still home to some residents who witnessed the early development of Laranjal do Jari. This makes it an ideal environment for conducting interviews, considering that its residents have lived there for over 20 years and have built a fluvial identity in the area (Silva *et al.*, 2022).



Source: Authors (2023).

Figure 3. Map of Rua da Antiga Usina and adjacent walkways, Malvinas neighborhood, Laranjal do Jari–AP.

Rua da Antiga Usina is currently configured as a landfilled section by the municipality, with an approximate length of 800 meters (Figure 4). It is a paved street with flooded areas along its margins.



Source: Research database (2023).

Figure 4. Section of Rua da Antiga Usina – Laranjal do Jari / AP.

The walkways connect residents, featuring either wooden (Figure 5) or concrete (Figure 6) paths beneath the stilt houses, with most homes constructed from wood.



Source: Research database (2023).
Figure 5. Photo of a Wooden Walkway



Source: Research database (2023).
Figure 6. Photo of a Concrete Walkway

Data Collection Methodology

This research is qualitative and was conducted post facto (Yin, 2005). Data collection involved conducting interviews using a semi-structured questionnaire, which was pre-approved by the CEP (registration CAAE 59933922.3.0000.0211) and aligned with the Vozes do Jari Project, to which this study is linked. The interview participants were residents aged 18 or older from each household along both sides of Rua da Antiga Usina, who voluntarily accepted and signed the informed consent form (TCLE) to participate in the research. There was no discrimination based on sex, profession, level of education, or other factors.

The second part of the research involves returning to the residents to present a photographic catalog of the species identified during the interviews in the first phase. This aims to obtain as accurate a survey as possible of the species present in the area according to the residents' observations.

Data Analysis

The initial collected data were analyzed using descriptive statistics to rank the information according to the study categories established by Bardin (202011). This process was repeated in the second phase of the research.

Results

Among the 57 residents interviewed, 78.9% reported encountering some wild animal during the rainy season in 2022, a period during which the Jari River's high water levels left the study area isolated for four months. The residents commonly mentioned 30 species of wild animals that appeared during the flooding. According to residents aged 53 to 63 (26.3%) who have lived on Rua da Antiga Usina for 20 to 30 years, these species have not only been frequent during the last major flood in 2022 but have been seen since the first significant flood in 2000.

Considering that "the majority of the population exhibits 'faunal illiteracy,' making it challenging to create a 100% reliable list of species based on residents' identification" (Silva; Caramello; Silva, p. 65, 2023), a photographic catalog of 30 species was created based on their responses and supported by bibliographic research. This catalog includes the animals reported and their relatives that may be present in the study area, potentially interacting with the local population.

The listed wildlife species that are likely to enter the urban perimeter of Laranjal do Jari include:

1. Goliath Birdeater (Caranguejeira or Tarantula-Golias) - This spider belongs to the Suborder Mygalomorphae, Superfamily Avicularioidea, Family Theraphosidae, Subfamily Theraphosini, Genus Theraphosa, and is scientifically named *Theraphosa* aff. *blondi*;

2. Kissing Bug (Barbeiro) - Its popular name is Kissing Bug, and it belongs to the Order Hemiptera, Family Reduviidae, Subfamily Triatominae, Genus Rhodnius, and is named *Rhodnius* aff. *prolixus*;

3. Yellow Scorpion (Escorpião-Amarelo) - This specimen belongs to the Class Arachnida, Order Scorpiones, Family Buthidae, and is scientifically named *Tityus* aff. *Serrulatus*;

4. Red Spider (Aranha-Vermelha) - This animal's taxonomy is Suborder Araneomorphae, Infraorder Entelegynae, Superfamily Araneoidea, Family Theridiidae, Subfamily Theridiinae, Genus Nesticodes, Species *Nesticodes* aff. *Rufipes*;

5. Black Scorpion (Escorpião-Preto) - This animal belongs to the Class Arachnida, Order Scorpiones, Family Buthidae, Genus Tityus, and Species *Tityus* aff. *bahiensis* (Unesp, 2020);

6. Common House Spider (Aranha-Comum) - This animal's taxonomy is Suborder Araneomorphae, Infraorder Haplogynae, Superfamily Pholcoidea, Family Pholcidae, Subfamily Pholcinae, Genus Pholcus, Species *Pholcus* aff. *Phalangioides*;

7. Jumping Spider (Aranha-Saltadora) - This species of spider has the following taxonomy: Suborder Araneomorphae, Infraorder Entelegynae, Superfamily Salticoidea, Family Salticidae, Subfamily Salticidae, Tribe Chrysillini, Genus Menemerus, Species *Menemerus* aff. *Bivittatus*;

8. Electric Eel (Poraquê or Peixe-elétrico) - Popularly known as Poraquê or Electric Eel, this animal belongs to the Class Actinopterygii, Order Gymnotiformes, Family Gymnotidae, and Species *Electrophorus electricus* (Rechi, 2014);

9. Surinam Toad (Sapo-Pipa) - Popularly known as Surinam Toad or Pipa Toad, this species is part of the Order Anura, Family Pipidae, Subfamily Pipinae, Genus Pipa, and is named *Pipa pipa*;

10. Marine Toad (Sapo-Cururu) - This is the Marine Toad, belonging to the Order Anura, Family Bufonidae, Genus Rhinella, and its scientific name is *Rhinella marina*;

11. Amazon Horned Frog (Sapo-Chefe-da-Amazônia) - The Amazon Horned Frog, also known as Ceratophrys, belongs to the Order Anura, Family Ceratophryidae, Genus Ceratophrys, and the species is *Ceratophrys* aff. *Cornuta*;

12. Green Anaconda (Anaconda, Sucuri, Sucuriju) - Popularly known as Green Anaconda, Sucuri, or Sucuriju, this animal belongs to the Suborder Serpentes, Family Boidae, Genus Eunectes, and its scientific name is *Eunectes murinus* (Tudo, 2018);

13. Boa Constrictor (Jiboia) - Known as Boa Constrictor or Jiboia, this specimen belongs to the Suborder Serpentes, Family Boidae, Genus Boa, and its scientific name is *Boa constrictor* (Santos, 20--);

14. Fer-de-Lance (Jararaca-do-norte, Jararaca, Comboia) - Fer-de-Lance, also known as Jararaca-do-norte, Jararaca, or Comboia, belongs to the Suborder Serpente, Family Viperidae, Genus Bothrops, and its scientific name is *Bothrops atrox* (Frazão, 2020);

15. Coral Snake (Coral-Verdadeira) - This is another Coral Snake, belonging to the Suborder Serpentes, Family Elapidae, Genus Micrurus, and its species is *Micrurus* aff. *filiformis*;

16. Coral Snake (Coral-verdadeira) - Also known as Coral Snake, this species belongs to the Suborder Serpente, Family Elapide, Genus Micrurus, and its scientific name is *Micrurus* aff. *averyi* (Pimenta, 2022);

17. Coral Snake (Coral-verdadeira) - Another species of Coral Snake, belonging to the Suborder Serpente, Family Elapide, Genus Micrurus, and its scientific name is *Micrurus* aff. *albicinctus* (Pimenta, 2023);

18. Coral Snake (Coral-verdadeira) - Another example of Coral Snake, belonging to the Suborder Serpente, Family Elapidae, Genus Micrurus, and its species is *Micrurus* aff. *lemniscatus* (Pimenta, 2022);

19. Bushmaster (Surucucu) - The Bushmaster, also known as Surucucu, belongs to the Suborder Serpente, Family Viperidae, Genus Lechesis, and is scientifically classified as *Lechesis Muta*. However, it is often confused with its relative, the Fer-de-Lance, which is why some people call it Combóia;

20. False Coral (Coral-Falsa) - This specimen is a False Coral, belonging to the Suborder Serpente, Family Aniliidae, Genus Anilius, and its species is *Anilius* aff. *Scytale* (Anilius scytale, 2023);

21. Water Snake (Cobra-d'água) - The Water Snake, belonging to the Suborder Serpente, Family Colubridae, Genus Helicops, is scientifically known as *Helicops* add. *Hagmanni* (Sturaro; Gomes, 2008);

22. Alligator - Popularly known as Alligator or Jacaré-Tinga, this animal belongs to the Order Crocodylia, Family Alligatoridae, Genus Caiman, and is scientifically referred to as *Caiman* aff. *crocodilus* (Farias *et al.*, 2022);

23. Curulana - Also known as Jacaré-Caruá or Curulana, this species belongs to the Order Crocodylia, Family Alligatoridae, Genus Paleosuchus, and is scientifically named *Paleosuchus* aff. *trigonatus*;

24. Black Caiman - The Jacaré or Jacaré-Açu, found in the region, belongs to the Order Crocodylia, Family Alligatoridae, Genus Melanosuchus, specifically the species *Melanosuchus* aff. *niger*;

25: Dwarf Caiman - Known as Jacaré-Anão, this specimen belongs to the Order Crocodylia, Family Alligatoridae, Genus Paleosuchus, and is referred to as *Paleosuchus* aff. *palpebrosus* (Campos *et al.*, 2022);

26. White-Eared Opossum - This species of Opossum, also known as White-Eared Opossum, belongs to the Order Didelphimorphia, Family Didelphidae, Genus Didelphis, and is of the Species *Didelphis* aff. *albiventris*;

27. Black-Eared Opossum - Also known as Black-Eared Opossum, this is the penultimate of the 3 species of Opossums. It belongs to the Class Mammalia, Order Marsupialia, Family Didelphidae, and is scientifically named *Didelphis* aff. *marsupialis* (Ambiente Brasil, 2023);

28. Opossum - Known as Opossum, this is one of the 3 possible species present in the study area. It belongs to the Order Didelphimorphia, Family Didelphidae, Genus Didelphis, and is referred to as *Didelphis* aff. *imperfecta* (Sistema, 2023);

29. Otter - This animal is an otter, belonging to the Suborder Caniformia, Family Mustelidae, Genus Lontra, and species *Lontra longicaudis* (Táxeus, 2023);

30. Giant Otter - Commonly known as Ariranha by the local population, or Otter due to its resemblance to the species above. This animal belongs to the Suborder Caniformia, Family Mustelidae, Subfamily Lutrinae, Genus Pteronura, and is scientifically referred to as *Pteronura brasiliensis* (Táxeus, 2023).

From the 30 animals presented, around 30% cannot be characterized as dangerous. These species/subspecies include: *Pholcus phalangioides, Menemerus bivittatus, Nesticodes rufipes, Ceratophrys cornuta, Pipa pipa, Pteronura brasiliensis, Lontra longicaudis, Didelphis marsupialis, Didelphis albiventris,* and *Didelphis imperfecta*.

Among the specimens listed above, 67% are considered dangerous, posing a risk to public health. The majority of these are venomous animals, with the exception

of the species: *Eunectes murinus* (Green Anaconda), *Electrophurus electricus* (Electric Eel), the Alligators: *Caiman crocodilus, Melanosuchus niger, Paleocuchus trigonatus, Paleocuchus palpebrosus,* and the *Rhodnius prolixus* (commonly known as the Barbeiro). Although these species are not venomous, they are still considered dangerous.

However, according to Almeida (2019), in the state of Amapá in 2019, there were over 850 reported cases of accidents involving venomous animals, with Laranjal do Jari being the second municipality with the highest number of cases, reporting over 120 occurrences. This highlights how common it is for the population to suffer from attacks by these animals.

This reality became evident during the interviews, where some residents described their interactions with these animals. Some of the accounts included:

Interviewee 1: "Scorpions often appear in my house. I have to be careful when fetching firewood because they are usually hiding in it and try to attack me when they see me. One of them stung a boy nearby, and he almost lost his hand."

Interviewee 2: "When the water is starting to rise, I usually see boa constrictors crossing the street."

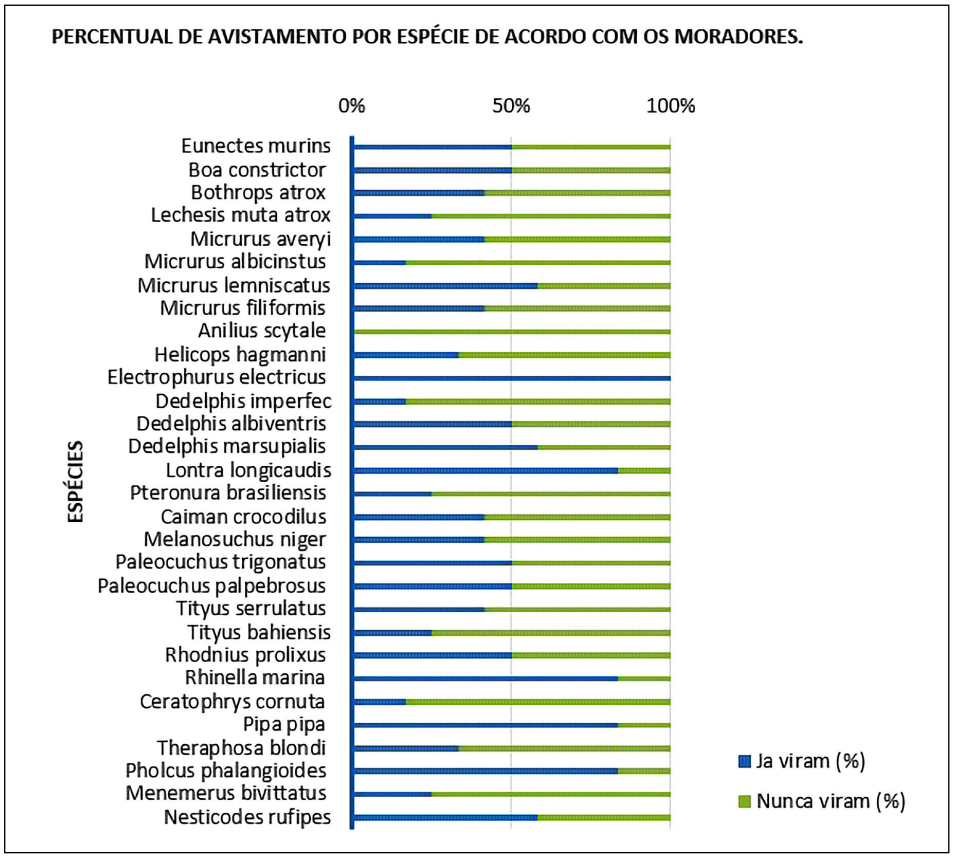
Interviewee 3: "Otters appear frequently. I often see them swimming or peeking out of the water."

Interviewee 4: "A Green Anaconda ate my dog. It entered my house and grabbed my female dog, dragging her to the side of the house and ate her. When the water receded, we found her bones next to the house. I wasn't home, but they said they heard my dog crying and the sounds of her being dragged during the night."

These incidents demonstrate that interactions between residents and wildlife occur through both direct and indirect contact, depending on the situation and the species involved.

In the second phase of the research, the study area was revisited, and during fieldwork, a photographic catalog containing all the listed specimens above, was brought along. This catalog was presented to the residents to identify which animals they recognize, aiming to obtain a more accurate listing of the population's reality. According to the residents, only the "20th specimen – *Anilius Scytale*" has never appeared in the region. These data can be seen in the following graph.

Graph 1. Data from the 2nd field trip.



Source: Research database (2023).

Based on the above, we can identify the species that have a greater presence in the study area according to the following classification:

• **1st place**: *Electrophurus electricus* (Electric Eel);

• **2nd place**: *Lontra longicaudis* (Otter), *Rhinella marina* (Marine Toad), *Pipa pipa* (Surinam Toad), *Pholcus phalangioides* (Cellar Spider);

• **3rd place**: *Didelphis marsupialis* (Common Opossum), *Nesticodes rufipes* (Red House Spider);

• **4th place**: *Eunectes murinus* (Green Anaconda), *Boa constrictor* (Boa Constrictor), *Didelphis albiventris* (White-eared Opossum), *Paleosuchus trigonatus* (Smooth-fronted Caiman), *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier's Dwarf Caiman), *Rhodnius prolixus* (Kissing Bug);

• **5th place**: *Bothrops atrox* (Common Lancehead), *Micrurus averyi* (Brazilian Coral Snake), *Micrurus filiformis* (Filiform Coral Snake), *Caiman crocodilos* (Spectacled Caiman), *Melanosuchus niger* (Black Caiman), *Tityus serrulatus* (Yellow Scorpion);

• **6th place**: *Helicops hagmanni* (Hagmann's Water Snake), *Theraphosa blondi* (Goliath Birdeater);

• **7th place**: *Pteronura brasiliensis* (Giant Otter), *Tityus bahiensis* (Bahia Black Scorpion), *Menemerus bivittatus* (Gray Wall Jumper), *Lechesis muta* (Bushmaster Snake);

• **8th place**: *Micrurus albicinctus* (White-banded Coral Snake), *Didelphis imperfecta* (Imperfect Opossum), *Ceratophrys cornuta* (Amazonian Horned Frog);

• **9th place**: *Anilius scytale* (False Coral Snake).

The majority of the animals listed in this research only appear during the flooding period of the Jari River, especially the Electric Eel, Anaconda, Alligators, Otter, and Giant Otter, as they only enter the study area when it is flooded, since they are aquatic animals.

The greatest risk to the population comes from contact with the Electric Eel, as all interviewees have reported seeing one personally. According to Interviewee 5:

> They always come out of their lake when the water starts rising and go back when it's almost 2 feet high. Normally, I see a small one, it's rare for me to see an adult, but it's very dangerous, especially an adult. Two years ago (2021), one of them gave a shock to a boy near Rio Branco.

The subject mentioned by the interviewee suffered sequelae, highlighting the urgency for residents to receive training on the risks and necessary precautions regarding the health of forest animals, knowing how to handle each species and where to seek necessary assistance.

Conclusion

The identification of the presence of 30 different wild animals within the urban area of Laranjal do Jari during the 2022 flooding period, as conducted in the first stage of the research, was confirmed in the second stage presented here. It was evidenced that the rising waters connect the forest with the riverside portion of the city. However, an analysis with a species inventory based on residents' reports along with the display of photographs provided greater reliability to the assertions presented.

Although the population is unfamiliar with the technical names, upon presenting the images, they pointed out the ones that were most common during the researched period, confirming that the interaction of the population with wild animals, especially snakes and amphibians, is more frequent during the rising waters period.

This leaves this urban riverside community more vulnerable since, as previously warned by Silva, Caramello, and Silva (2023), the Surucucu, Coral Snake, and Bothrops, some of the most venomous species living within the Amazon region, add to the toxicity level of these animals, and are among the most frequently found in residences. Considering they become stranded, they seek shelter and also become vulnerable.

As the community lives on stilts and these are covered by water, the interaction of wild animals with the residences is facilitated. Another factor that puts them at risk of contact with stingrays and electric fish is exacerbated by residents having to put their feet directly into the water, with the water reaching waist level for those living in the study area.

References

ALEIXO, Rafael; LIMA, Lorena. **Defesa Civil entra em estado de alerta sobre nível do Rio Jari, no Sul do Amapá**. [*S. l*].G1. 2023. Available in: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2023/04/22/nivel-do-rio-jari-entra-em-estado-de-alerta-e-causa-pontos-de-alagamentos-no-sul-do-amapa.ghtml>. Access in: 29 may 2022.

ALMEIDA, Carla Barbosa. **Acidentes por animais peçonhentos no estado do Amapá em 2019**. Curitiba. 2020. Brazilian Journal of Development, v.6, n.12., 2020. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-744.

BARDIN, Laurence**. Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2020.

CARAMELLO, Nubia; KRUGER, Juliano. Programa vozes do Rio Jari: uma contribuição científica à gestão pública socioambiental de Laranjal do Jari-AP/Brasil**.** [*S.l*]. **Revista Brasileira de Administração Científica,** v.13, n.3, p.144-158, 2022. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2022.003.0011

CAMPOS, Z *et al*. **Paleosuchus palpebrosus** (Cuvier, 1807). *[S.l]*. Salve Ws. 2022. Available in: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148390/1/especie-Paleosuchus-palpebrosus-2022.pdf> . Access in: 23 feb. 2023.

COSTA, Wiliam. **Conheça as cobras mais encontradas em áreas urbanas da Amazônia e entenda os perigos**. [*S.l*]. Portal da Amazônia. 2021. Available in: <https://portalamazonia .com/amazonia/conheca-as-cobras-mais-encontradas-em-areas-urbanas-da-amazonia-e-entenda-os-perigos>. Access in: 23 feb. 2023.

DRUMMOND, J. A. L; DIAS, T. C. A. C; BRITO, D. M. C. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008. Available in: <https://www.academia.edu/3390507/Atlas_das_Unidades_de_Conserva%C3%A7%C3%A3o_do_Estado_do_Amap%C3%A1>. Access in: 31 may. 2023.

FARIA, Izeni. Pires *et al*. **Caiman crocodilus (Linnaeus, 1758)**. [*S.l*]. Salve WS. 2022. Available in: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148385/1/especie-Caiman-crocodilus-2022.pdf>. Access in: 23 feb. 2023.

FERREIRA, Tatiane Costa; CARAMELLO, Nubia; MATOS, Darley. Fauna florestal e fluvial nas residências dos moradores durante a enchente do Rio Jari/AP. [*S.l*]. **Natural Resources**, v.12, n.2, p.123-135, 2022. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2022.002.0012

FRAZÃO, Luciana. **Conheça a jararaca-do-norte: A cobra mais comum e mais emblemática da região amazônica**. [*S.l*]. Portal da Amazônia. 2020. Available in: <https://portalamazonia.com/amazonia-animal/conhecam-a-jararaca-do-norte-a-cobra-mais-comum-e-talvez-mais-emblematica-da-nossa-regiao>. Access in: 23 feb. 2023.

FICHA DE ESPÉCIES DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA *Anilius scytale*. [*S. l.: s. n*.]. 20--. Available in: <https://ferramentas.sibbr.gov .br/ficha/bin/view/especie/anilius_scytale>. Access in: 24 feb. 2023.

IBGE. **Laranjal do Jari**. [*s.l*]. [20--]. Available in: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap/laranjal-do-jari.html>. Access in: 1 dec. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Amazônia**. [*S. l*]. 2021. Available in: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unid ade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia>. Access in: 09 may 2023.

LARANJAL do Jari, [*S. l*]. [20--]. Available in: <https://www.portal.ap.gov.br/conh eca/laranjal-do-jari>. Access in: 23 feb. 2023.

MENESES, U. T. B. de. A História, Cativa da Memória? Para um Mapeamento da Memória no Campo das Ciências Sociais. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, *[S. l.]*, n. 34, p. 9-23, 1992. DOI: 10.11606/issn.2316-901X.v0i34p9-23.

PETZ. Tudo sobre cobra sucuri: conheça melhor as características da espécie. [*S. l.: s. n.*]. 2018. Available in: <https://www.petz.com.br/blog/especies/tudo-sobre-cobra-sucuri/#:~:text=Subordem%3A%20Of%C3%ADdios%3B,Esp%C3%A9cie%3AEunectes%20Murinus>. Access in: 23 feb. 2023.

PIMENTA, Thais. **Coral-verdadeira pode influenciar na mudança de cor da falsa-coral?** Entenda. [*S.l*]. G1. 2022. Available in: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2022/10/18/coral-verdadeira-pode-influenciar-na-mudanca-de-cor-da-falsa-coral-entenda.ghtml>. Access in: 23 feb. 2023.

PORTAL AMAZONIA. **Conheça a 'Mucura';** animal importante na manutenção da biodiversidade e controle de pragas. [*S.l*].Portal da Amazônia. 2021 Available in: <https://portalamazonia.com/amazonia/conheca-a-mucura-animal-importante-na-manutencao-da-biodiversidade-e-controle-de-pragas>. Access in: 23 feb. 2023.

RECHI, Edison. **Poraquê, Peixe elétrico** (Electrophorus electricus). [*S.l*]. Aquarismo Paulista. 2014. Disponível em: <http://www.aquarismopaulista.com/electrophorus-electricus/>. Access in: 23 feb. 2023.

RIO Jari, [*S. l*]. [20--]. Available in: <https://stringfixer.com/pt/Rio_Jari>. Access in: 23 feb. 2023.

RUFINO, Paulo Ricardo. **Aplicação de modelo hidrossedimentológico determinístico semi-distribuído para a análise de impactos humanos e das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Jari, Amazônia.** 2020. 128f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de São João Del-Rei. São João Del-Rei – MG. 2021. Available in: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgeog/Paulo_Ricardo_Rufino_Final.pdf>. Access in: 23 feb. 2023.

SIBBR-SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Didelphis imperfecta Mondolfi & Pérez-Hernández, 1984**. [*S. l.: s. n.*]. 20--. Available in: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/241507?lang=pt_BR#classification>. Access in: 23 feb. 2023.

SILVA, Estela Carvalho.; CARAMELLO, Nubia.; SILVA, Diego Armando da Silva. Fauna percebida na paisagem ribeirinha durante a subida das águas do Rio Jari – Amapá.

Revista Farol. [*S.l*]. Vol. 20, Nº 20. 2023.

SILVA, Robson Brito; CARAMELLO, Nubia; SORATO, Danilo. Identidade Fluvial dos moradores ribeirinhos do Rio Jari na porção da Rua Antiga da Usina. **Rev. Mult. Amapá - REMAP**, Macapá, v. 2, n.2, 2022.

SILVEIRA, Jhonata da Silva. **Aspectos hidroclimatológicas da bacia do rio Jari no período de 1968 A 2012**. 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014. Available in: <http://repositorio.unifap.br:80/j spui/ha ndle/123456789/502>. Access in: 20 feb. 2023

SILVEIRA, Felipe Ferreira. **Lontra** (Lontra longicaudis). [*S. l*]. Fauna digital. [20--]. Available in: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/mamiferos/ordem-carnivora/familia-mustelidae/lontra-lontra-longicaudis/>. Access in: 1 dec. 2023.

SIQUEIRA, Karoline Fernandes *et al*. **A insistência da população em morar nas palafitas do município de Laranjal do Jari, Amapá**. Congresso Norte Nordeste De Pesquisa E Inovação. Palmas – TO. 2012. p. 8. **Anais**[...]. Available in: <https://propi.ifto.edu.br/ ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4715/29631>. Access in: 22 feb. 2023.

SOUSA, Rafaela. **Amazônia**. Brasil Escola. [*S.l*]. [20--]. Available in: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/amazonia.htm>. Access in: 21 may. 2023.

STURARO, Marcelo José; GOMES, Jerriane Oliveira Gomes. Comportamento alimentar da cobra d'água amazônica Helicops hagmanni Roux, 1910 (Reptilia: Squamata: Colubridae: Hydropsini). [*S.l*]. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 3, n. 3, p. 225-228. 2008. Available in: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v3i3.675>.

TÁXEUS. **Lista de espécies**. [*S. l.: s. n*.]. [20--]. Available in: <https://www.taxeus.com.br/>. Access in: 23 feb. 2023.

TOSTE, José Alberto. **Transformações Urbanas das Pequenas Cidades Amazônicas (AP) na Faixa de Fronteira Setentrional.** [*S. l.: s. n*.]. 2012 Available in: <https://josealbertostes.blogspot.com/2012/01/mapa-da-evolucao-urbana-da-cidade-de.html>. Access in: 22 feb. 2023.

UNESP. **Rhodnius prolixus**. [*S. l.: s. n*.]. 2020. Available in: <https://www2.fcfar.unesp.br/#!/triatominae/subfamilia-triatominae/rhodnius/rhodnius-prolixus/>. Access in: 24 feb. 2023.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

BACIA HIDROGRÁFICA + RESILIENTE EM AFOGAMENTO: UMA NECESSIDADE NA GESTÃO DE RISCO

WATER BASIN + RESILIENT IN DROWNING: A NECESSITY IN RISK MANAGEMENT

CUENCA HIDROGRAFICA + RESILIENCIA EN AHOGAMIENTOS: UNA NECESIDAD EN LA GESTIÓN DE RIESGOS

BASSIN D'EAU + RÉSILIENT À LA NOYADE : UNE NÉCESSITÉ DANS LA GESTION DES RISQUES

Antonio Schinda[1]

1 Doutor em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública. Mestre em Educação e pesquisador do GEPPES – Grupo de Estudos e Pesquisas em Política Educacional e Social da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel. Vice-Diretor da SOBRASA. Tenente-Coronel do Corpo de Bombeiros do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4550-5323. E-mail: antonioschinda1@hotmail.com.

Introdução

O tema "afogamento por bacia hidrográfica" apresentado neste trabalho versa sobre a necessidade de se propor medidas de prevenção destinadas a mitigar o problema que tem matado muitas pessoas em diferentes ambientes aquáticos nas áreas dos municípios do Brasil. Importante considerar que os territórios dos municípios formam as áreas geográficas das bacias hidrográficas.

Tem bacias hidrográficas que enfrentam problemas relacionadas ao aquecimento global, umas enfrentam inundações, outras são mais propensas a estiagem que podem ter relação com os afogamentos em meio líquido.

No território brasileiro, com predomínio no período de verão, muitas praias de água doce são abertas em rios, lagos e represas, ficando disponibilizado para a comunidade um ambiente de lazer em meio líquido. É preciso entender que os afogamentos em meio aquático estão relacionados diretamente com o tempo de exposição das pessoas na água, através de várias práticas tais como: natação, banho, mergulho, pescaria e uso de embarcações. As pessoas têm dificuldades em perceber os riscos dos ambientes aquáticos. O afogamento é uma doença silenciosa, cercado de erros passíveis de serem prevenidos, à vítima frequentemente recebe a culpa pela fatalidade, isentando União, Estados e Municípios.

Infelizmente, União, Estados e Municípios não possuem políticas públicas de prevenção de afogamento efetivas. O afogamento simplesmente acontece e gera um problema pontual e momentâneo dentro do município, até a localização do corpo; após o caso fatal vira um número perdido como outros dentro de uma estatística.

Em razão do exposto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar esses números de óbitos nas Bacia Hidrográficas Paraná III no Estado do Paraná, Bacia Hidrográfica de Sorocaba – Médio Tietê no Estado de São Paulo e Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins, buscando revelar o tamanho do problema "afogamento" em números, nos municípios das bacias hidrográficas escolhidas.

Foram utilizados para compor as estatísticas de afogamento os registros dos casos fatais de afogamento do banco de dados do Sistema Único de Saúde (SUS), – DATASUS, no período de 2009-2019. As informações foram complementadas com fontes secundárias obtidas em relatos de pesquisa, artigos, livros e leis.

O banco de dados do DATASUS é constituído mediante classificação dos óbitos registrados por médicos, com base no Código Internacional de Doença (CID).

Fundamentação teórica

O problema afogamento

A maioria dos afogamentos ocorrem em locais isolados, longe dos serviços de socorro e dos olhares da população e, por ter pouca ou nenhuma divulgação, essas ocorrências não ganham a notoriedade e a atenção que necessitam, conforme explicam Schinda *et al*.

> Dentre todas as possibilidades de trauma, o afogamento é, sem dúvida, o de maior impacto familiar, social e econômico. Incidente silencioso, cercado de erros passíveis de serem corrigidos que são atribuídos a uma fatalidade inevitável do destino. [...] Para a sociedade em geral a palavra "afogamento" remete ao salvamento e, pensa que as medidas de primeiros socorros são as mais importantes, no entanto, a ferramenta de maior eficácia na luta contra os afogamentos em meio líquido é a prevenção (Schinda *et al*., 2019, p. 95).

O processo de afogamento é muito rápido e necessita de intervenção rápida e especializada para interromper o enchimento do pulmão de água.

> Um cenário comum de um incidente de imersão parcial ou total em águas começa com uma situação que cria uma resposta e pânico, que leva a prender a respiração, falta de ar e aumento da atividade física em um esforço de se manter ou chegar até a superfície da água. De acordo com o que a maioria das testemunhas relatam, raramente as vítimas de submersão são vistas gritando ou acenando por ajuda enquanto lutam para permanecer na superfície da água. Pelo contrário, elas são vistas flutuando na superfície, imóveis, ou mergulham e não conseguem subir. Na continuação do incidente de submersão, um esforço inspiratório reflexo joga água na faringe e na laringe, causando uma resposta de sufocamento e laringoespasmo. O laringoespasmo é o primeiro passo do sufocamento, que, por sua vez, faz com que a vítima perca a consciência e venha a afundar ainda mais na água (PHTLS/NAEMT, 2011, p. 524.)

O problema de falta de medidas de prevenção, associado à falta de cuidados das pessoas, ao praticarem atividades em ambientes aquáticos, pode levar os banhistas à morte, de maneira muito rápida.

A distância de um afogamento em áreas remotas até o serviço pré-hospitalar mais próximo interfere negativamente no prognóstico de atendimento da vítima.

No afogamento a quantidade de água que entra nas vias aéreas interfere no processo respiratório da vítima. Há casos em que, as vias aéreas podem ficar totalmente obstruídas

"por líquido" impedindo, dessa forma, a troca gasosa, acelerando o processo de parada cardíaca e levando rapidamente à morte.

Todos os anos, no Brasil e no Mundo muitas pessoas saudáveis morrem por afogamento de forma trágica nessa perspectiva, é importante o envolvimento de todos na prevenção para interromper essa tragédia anunciada. Esse problema pode ser gerenciado através de planos de contingência contra afogamentos onde vão ser elaborados estratégias de mitigação dos riscos identificados.

O afogamento no mundo

A falta de padronização dos registros de dados de afogamento oculta o tamanho do problema no mundo, sendo que, em 2015, dos 192 países membros da Organização Mundial da Saúde, apenas 40% relataram dados sobre afogamento (SOBRASA, 2021). Muitos desses países nem registram o número de óbitos.

A Organização das Nações Unidas está incentivando os Estados-membros, de forma voluntária, de acordo com as características de cada país, a adotarem as seguintes ações:

> a) Nomear um ponto focal nacional para a prevenção de afogamentos; b) Desenvolver um plano nacional para a prevenção de afogamentos;c) Desenvolver um programa de prevenção de afogamento de acordo comas medidas recomendadas pela Organização Mundial de Saúde, a saber, barreiras, supervisão, habilidade de natação, treinamento de resgate e ressuscitação, regulamentação de navegação e gerenciamento de risco de inundação e resiliência; d) Garantir a promulgação e aplicação efetiva das leis de segurança aquática, em todos os setores relevantes, em particular nas áreas da saúde, educação, transporte e redução do risco de desastres, quando apropriada, e considerar o estabelecimento de regulamentos apropriados e proporcionais onde eles ainda não existam; e) Incluir o afogamento no registro civil e nos registros de estatística vitais e agregar todos os dados de mortalidade por afogamento nas estimativas nacionais; f) Promover a conscientização pública para prevenção de afogamento e campanhas de mudança de comportamento; g) Encorajar a integração de prevenção de afogamento nos programas existentes de redução do risco de desastres, especialmente em comunidades em risco de inundação e inundação costeira, inclusive por meio de cooperação internacional, regional e bilateral; h) Apoiar a cooperação internacional por meio do compartilhamento de lições aprendidas, experiências e melhores práticas, dentro e entre as regiões; i) Promover a pesquisa e o desenvolvimento de ferramentas e tecnologias inovadoras de prevenção de afogamento e promover a capacitação por meio da cooperação internacional, em particular para os países em desenvolvimento;

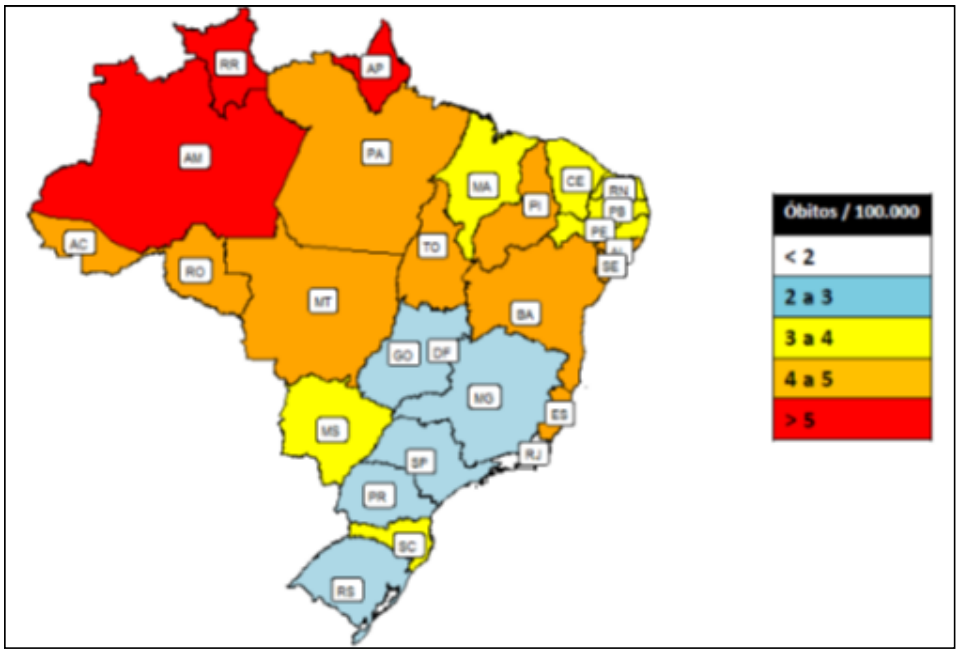
> j) Considerar a introdução de aulas de segurança aquática, natação e primeiros socorros como parte dos currículos escolares, de acordo com a estrutura de governança do Estados-Membros para a educação (SOBRASA, 2021, p. 3).

Os governos devem estar preparados para somar esforços de prevenção do afogamento baseado em evidênicas. Ações locais pode reduzir o problema global do afogamento.

O afogamento no Brasil

O Brasil é um país continental e para entendermos o problema afogamento se faz necessário dividir a análise por micro regiões dentro dos Estados e aproximar mais a análise do problema por bacias hidrográficas e municípios.

Nos períodos de 2009/2019, a média de afogamentos no Brasil foi de 6.689 óbitos, chegando a um índice de 2,85 por 100.000 habitantes. Esses dados foram obtidos utilizando como fonte de dados o DATASUS e o IBGE 2010, considerando uma população de 190.732.694 habitantes.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 1. Afogamentos no Brasil, mapa de riscos por Estado.

Na classificação por Estados da Federação esses índices mudam, indicando que existem regiões do país com mais mortes que outras, conforme Figura 2. Analisando os dados do período entre 2009 e 2019, percebe-se que, no ano de 2019 foi constatado que 5.589 pessoas morreram afogadas no Brasil. Dentre esses casos predominam os jovens e adultos do sexo masculino (Schinda, 2021).

Afogamentos no Brasil	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
TOTAL	7.087	6.508	6.427	6.302	5.947	6.162	5.974	5.726	5.644	5.525	5.589	66.891
Rondônia	90	74	91	91	60	63	76	67	67	70	67	816
Acre	24	32	42	37	45	35	60	30	35	32	36	408
Amazonas	235	211	231	263	263	309	295	233	254	279	285	2.858
Roraima	25	18	26	21	32	28	34	34	39	35	34	326
Pará	335	328	348	320	372	435	384	397	405	303	373	4.000
Amapá	64	56	44	60	86	65	43	48	61	51	47	625
Tocantins	61	69	66	87	90	60	78	58	65	66	53	753
Maranhão	229	170	200	180	218	210	240	197	241	213	220	2.318
Piauí	150	116	124	106	108	113	92	147	116	126	115	1.313
Ceará	453	375	418	268	234	261	262	288	281	319	316	3.475
Rio Grande do Norte	146	119	130	112	91	110	75	85	93	107	87	1.155
Paraíba	221	149	182	139	118	125	98	120	89	138	115	1.494
Pernambuco	361	342	365	252	235	243	230	245	239	248	259	3.019
Alagoas	190	173	147	124	131	124	106	110	137	107	94	1.443
Sergipe	129	97	81	77	85	104	91	71	91	81	73	980
Bahia	588	622	571	538	579	592	604	545	525	507	495	6.166
Minas Gerais	644	615	570	677	571	562	558	562	515	524	524	6.322
Espírito Santo	196	165	150	179	141	152	146	109	113	138	141	1.630
Rio de Janeiro	390	297	278	344	272	322	286	277	263	255	249	3.233
São Paulo	1.052	1.064	1.000	1.094	904	942	887	870	779	789	772	10.153
Paraná	362	351	334	336	306	279	306	296	288	273	291	3.422
Santa Catarina	250	234	257	219	237	228	223	224	231	197	229	2.529
Rio Grande do Sul	359	368	304	294	293	302	304	300	284	251	255	3.314
Mato Grosso do Sul	111	106	90	89	95	105	67	74	73	75	71	956
Mato Grosso	183	156	138	171	151	166	162	132	121	134	152	1.666
Goiás	190	178	199	190	194	194	222	171	202	178	202	2.120
Distrito Federal	49	23	41	34	36	33	45	36	37	29	34	397

Fonte: Schinda (2021).

Figura 2. Afogamentos no Brasil, no período de 2009-2019.

Os afogamentos normalmente ocorrem em rios, lagoas, cavas, represas, cachoeiras, baías, praias. Esses locais pertencem a um município que está inserido em uma bacia hidrográfica dentro de um estado. Por isso, entender a dinâmica desse problema pode auxiliar nas medidas preventivas pontuais e por micro região.

Ao longo dos anos também se percebeu que houve uma redução gradativa no número de mortes por afogamento registradas no Brasil. Como já observado, no ano de 2019 tivemos 5.889 óbitos e, ao compararmos com o ano de 2009, o número era de 7.087 óbitos, sendo, em sua maioria, no interior do país, em ambiente de água doce.

Ao considerarmos que os números estão caindo muito lentamente é de fundamental importância criar um plano de contingência contra afogamento adaptado aos riscos da bacia hidrográfica ao qual o município está inserido.

Metodologia

Diagnóstico da epidemiologia do afogamento na bacia hidrográfica

Entender os riscos de afogamento na bacia hidrográfica é de fundamental importância para um planejamento regional e municipal de mitigação das mortes por afogamento, considerando que a população dos municípios da área da bacia hidrográfica pode fazer atividades diversas na água, em áreas de risco de afogamento.

Outro fator importante a ser considerado em um planejamento de políticas públicas de prevenção é a quantidade de espelhos d'água na área do município e o número de habitantes.

Neste estudo se apresenta um diagnóstico parcial do problema afogamento em três bacias hidrográficas nos Estado do Paraná, São Paulo e Tocantins com o intuito de revelar

informações importantes que poderão ser utilizadas na prevenção de afogamentos. Para tanto, foi utilizado o banco de dados do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) que atende ao Código Internacional de Classificação de Doença (CID), vinculado à Organização Mundial de Saúde (OMS), oriundo dos atestados de óbito expedidos por médicos.

Na maioria dos casos, vítimas de afogamento encontradas pelas equipes do Corpo de Bombeiros são entregues para o Instituto Médico Legal. Após a chegada, o corpo é examinado por um legista, que classifica a causa do óbito utilizando o CID-10 gerando, assim, o relatório do DATASUS.

Na pesquisa foram utilizados os relatórios de afogamento do CID-10, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Categoria CID-10 usadas na descrição de tipos de afogamentos.

Categoria CID -10	Descrição
W 65	Afogamento em banheira
W 66	Afogamento por queda em banheira
W 67	Afogamento em piscina
W 68	Afogamento por queda em piscina
W 69	Afogamento em águas naturais
W 70	Afogamento por queda em águas naturais
W 73	Outros afogamentos específicos
W 74	Afogamento não especificado
V 90	Acidente com embarcação provocando afogamento
V 92	Afogamento durante transporte sem acidente
X 71	Afogamento intencional submersão
Y 21	Afogamento e submersão, intenção não determinada

Fonte DATASUS (2021).

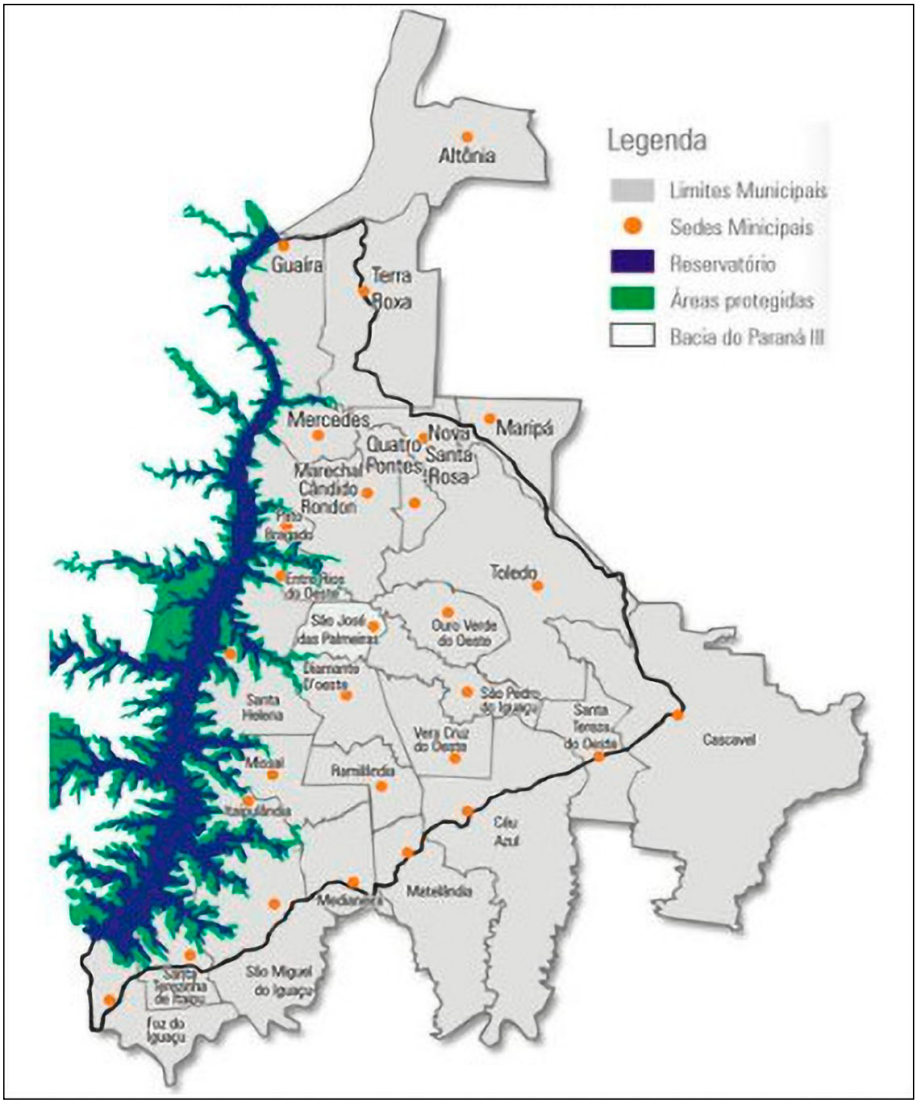
O relatório do DATASUS foi utilizado para mensurar o número de afogamentos ocorridos no período de 2009-2019 na Bacia Hidrográfica Paraná III no Estado do Paraná, na Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê no Estado de São Paulo e a Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins onde foram analisados os índices de risco de afogamento/100.000 habitantes nos municípios que compõem as bacias hidrográficas mencionadas, considerando no estudo o local do óbito e a residência da vítima. Após análise, os municípios receberam uma classificação de risco, sendo: vermelho para elevado, acima de 5 mortes por 100.000 habitantes; alaranjado, entre 4 e 5; amarelo, entre 3 e 4; azul, entre 2 e 3; e branco, abaixo de 2/100.000 habitantes. A classificação seguiu regras de proporcionalidade.

Resultados e discussões

Os casos de afogamento nos municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III no estado do Paraná

A Bacia Hidrográfica Paraná III, uma das escolhidas para o estudo, está nas margens do Lago de Itaipu. Os dados utilizados para analisar o objeto "afogamento" foram tabulados no período de 2009-2019. As mortes foram classificadas nos municípios de duas formas: nos locais dos incidentes e no local de residência das vítimas.

A Figura 3 mostra o mapa da Bacia Hidrográfica Paraná III e a Figura 4 demonstra o índice de afogamentos ocorridos nos municípios abrangentes pela Bacia Hidrográfica Paraná III.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 3. Mapa da Bacia Hidrográfica Paraná III.

PARANÁ	LOCAL	LOCAL	População	Afog /100.000Hab		RESID.	RESID.	Afog /100.000Hab
Bacia Paraná III	2 a 3	282	1.099.782	2,331040482	**Bacia Paraná III**	307	2 a 3	2,537693007
Cascavel	< 2	37	332.333	1,012128306	Cascavel	69	< 2	1,887482517
Céu Azul	> 5	7	11.819	5,384242629	Céu Azul	5	3 a 4	3,845887592
Diamante D'Oeste	< 2	1	5.266	1,726340503	Diamante D'Oeste	2	3 a 4	3,452681007
Entre Rios do Oeste	> 5	9	4.596	17,8020413	Entre Rios do Oeste	2	3 a 4	3,956009178
Foz do Iguaçu	2 a 3	82	258.248	2,886584002	Foz do Iguaçu	88	3 a 4	3,097797466
Guaíra	> 5	35	33.310	9,552141044	**Guaíra**	32	> 5	8,733386098
Itaipulândia	4 a 5	5	11.385	3,992494111	Itaipulândia	5	4 a 5	3,992494111
Marechal Cândido Rondon	2 a 3	12	53.495	2,039272999	Marechal Cândido Rondon	11	< 2	1,869333583
Matelândia	2 a 3	5	18.107	2,510330008	Matelândia	6	3 a 4	3,01239601
Medianeira	< 2	7	46.574	1,366349543	Medianeira	9	< 2	1,756735127
Mercedes	< 2	1	5.577	1,63007156	Mercedes	2	3 a 4	3,26014312
Missal	3 a 4	4	10.704	3,397200707	Missal	3	2 a 3	2,54790053
Nova Santa Rosa	2 a 3	2	8.266	2,199590876	Nova Santa Rosa	2	2 a 3	2,199590876
Ouro Verde do Oeste	3 a 4	2	6.016	3,022243714	Ouro Verde do Oeste	0	< 2	0
Pato Bragado	> 5	5	5.684	7,996929179	Pato Bragado	5	> 5	7,996929179
Quatro Pontes	2 a 3	1	4.029	2,2563686	Quatro Pontes	1	2 a 3	2,2563686
Santa Helena	4 a 5	13	26.767	4,415205969	Santa Helena	7	2 a 3	2,377418599
Santa Terezinha de Itaipu	4 a 5	11	23.699	4,219587324	Santa Terezinha de Itaipu	8	3 a 4	3,068790781
São Miguel do Iguaçu	4 a 5	14	27.576	4,615344041	São Miguel do Iguaçu	9	2 a 3	2,967006883
São Pedro do Iguaçu	< 2	1	5.820	1,562011871	São Pedro do Iguaçu	1	< 2	1,562011871
Terra Roxa	< 2	2	17.522	1,037656556	Terra Roxa	1	< 2	0,518828278
Toledo	< 2	20	142.645	1,274620084	Toledo	27	< 2	1,720737113
Tupãssi	< 2	1	8.109	1,121088801	Tupãssi	1	< 2	1,121088801
Vera Cruz do Oeste	> 5	5	8.454	5,376690969	Vera Cruz do Oeste	7	> 5	7,527367357
Maripá	< 2	0	5.582	0	Maripá	0	< 2	0
Ramilândia	< 2	0	4.476	0	Ramilândia	0	< 2	0
Santa Tereza do Oeste	< 2	0	10.096	0	Santa Tereza do Oeste	3	2 a 3	2,701339865
São José das Palmeiras	< 2	0	3.627	0	São José das Palmeiras	1	2 a 3	2,506454119

Fonte: Schinda (2021).

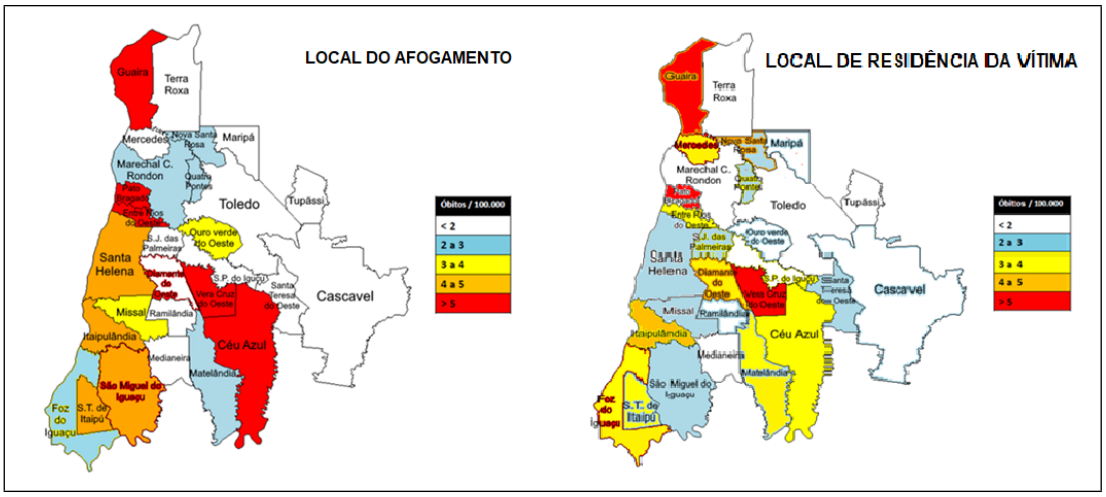
*índice de risco por bacia Estado = Y/X=Z

Onde: Y = (média dos óbitos de afogamento aquático dos anos de 2009-2019, por município e ou bacia hidrográfica); X = (população do município pertencente a bacia hidrográfica utilizando senso 2010); Z = (resultado por 100.000habitantes).

Figura 4. Índice de afogamentos em 28 municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III no período de 2009-2019.

Na Figura 4 estão demonstrados os índices de morte por afogamento por 100.000 habitantes, representado por cores, sendo branco para igual ou menor que 2 por 100.000 habitante, azul 2 a 3, amarelo 3 a 4, laranja 4 a 5 e vermelho maior que 5. Essa padronização de cores foi utilizada pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático, (2021b) conforme a Figura 4. Observa-se que, nos municípios de Entre Rios do Oeste (17,80); Guaíra (9,55) e Pato Bragado (7,79) os índices de afogamento classificados por local estão muito altos. Neste mesmo período comparativo a média de mortes do Brasil foi de 3,18 mortes por 100.000 habitantes, sendo que, no Paraná foi de 2,89 e na Bacia Hidrográfica Paraná III de 2,33.

Na Figura 5 se pode também observar os locais que apresentaram maior risco de afogamento na Bacia Hidrográfica Paraná III em relação aos locais em que as vítimas residiam.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 5. Mapa de risco dos locais de afogamentos dos 28 municípios da Bacia Hidrográfica Paraná III, no período de 2009-2019 e do local de residência da vítima.

Com essa comparação entre municípios fica evidente pela escura que determinados áreas são mais perigosas que outras.

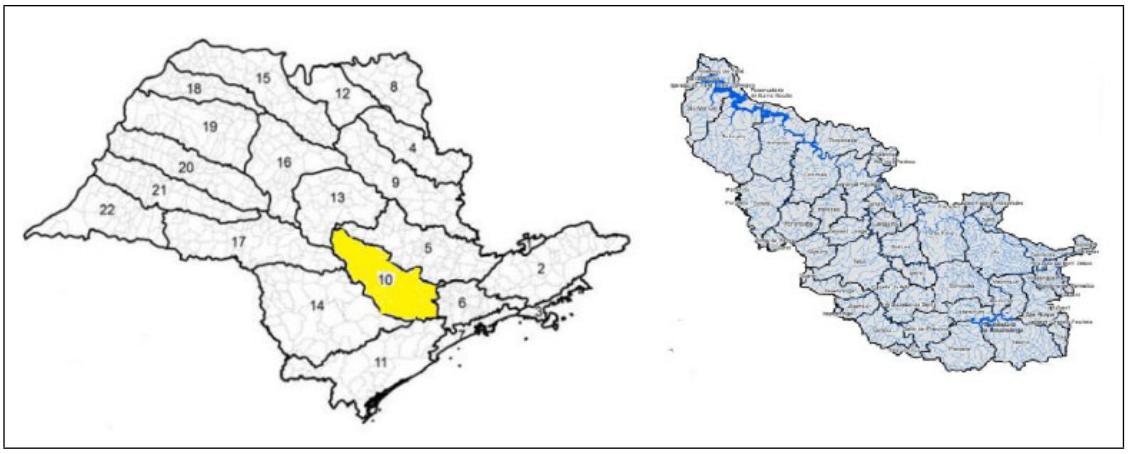
Os casos de afogamento nos municípios da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê no Estado do São Paulo

A Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê, possui área total da bacia de 11.827,81 Km^2 e está localizada na região centro-sudeste do Estado de São Paulo e abrange a área de 53 municípios (33 com a sede em seu território e 20 possuindo apenas porções rurais), (São Paulo, 2016).

No período de 2009 – 2019 as médias de mortes na Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio Tietê foram de 68,3 pessoas por ano. Os municípios que tem sede na Bacia de Sorocaba e Médio-Tietê são: Alambari, Alumínio, Anhembi, Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Bofete, Boituva, Botucatu, Cabreúva, Capela do Alto, Cerquilho, Cesário Lange, Conchas, Ibiúna,Iperó, Itu, Jumirim, Laranjal Paulista, Mairinque, Pereiras, Piedade, Porangaba, Porto Feliz, Quadra, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Tietê,Torre de Pedra, Vargem Grande Paulista e Votorantim, conforme mapa abaixo.

Os dados utilizados para analisar o objeto "afogamento" foram tabulados no período de 2009-2019. As mortes foram classificadas nos municípios de duas formas: nos locais dos incidentes e no local de residência das vítimas.

A Figura 6 mostra o mapa da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê e a Figura 7 demonstra o índice de afogamentos ocorridos nos municípios abrangentes pela Bacia Hidrográfica.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 6. Mapa da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê.

Bacia Sorocaba/M. Tietê	2 a 3	683	2.273.683	3,003936785	Bacia Sorocaba/M. Tietê	2 a 3	2,550927284	580
Alambari	< 2	1	6.129	1,631587535	Alambari	3 a 4	3,263175069	2
Alumínio	> 5	15	18.767	7,992753237	Alumínio	2 a 3	2,131400863	4
Anhembi	> 5	12	6.819	17,59788825	Anhembi	> 5	5,865962751	4
Araçariguama	> 5	16	22.860	6,999125109	Araçariguama	> 5	5,686789151	13
Araçoiaba da Serra	4 a 5	15	34.776	4,313319531	Araçoiaba da Serra	3 a 4	3,163100989	11
Bofete	> 5	6	11.921	5,033134804	Bofete	3 a 4	3,355423203	4
Boituva	2 a 3	14	62.170	2,251889979	Boituva	3 a 4	3,0561364	19
Botucatu	2 a 3	36	148.130	2,430297711	Botucatu	< 2	1,485181935	22
Cabreúva	< 2	8	50.429	1,586388784	Cabreúva	< 2	1,98298598	10
Capela do Alto	4 a 5	9	20.985	4,288777696	Capela do Alto	> 5	5,718370264	12
Cerquilho	< 2	8	49.802	1,60636119	Cerquilho	< 2	1,60636119	8
Cesário Lange	< 2	2	18.375	1,088435374	Cesário Lange	< 2	1,632653061	3
Conchas	4 a 5	8	18.019	4,439758033	Conchas	3 a 4	3,884788279	7
Ibiúna	> 5	69	79.479	8,68153852	Ibiúna	> 5	5,536053549	44
Iperó	4 a 5	17	37.964	4,477926457	Iperó	3 a 4	3,160889264	12
Itu	3 a 4	55	175.568	3,132689328	Itu	2 a 3	2,677025426	47
Jumirim	> 5	9	3.418	26,33118783	Jumirim	> 5	5,851375073	2
Laranjal Paulista	> 5	18	28.785	6,253256905	Laranjal Paulista	4 a 5	4,516241098	13
Mairinque	< 2	15	47.441	3,161822053	Mairinque	3 a 4	3,372610189	16
Pereiras	> 5	5	8.773	5,699304685	Pereiras	> 5	5,699304685	5
Piedade	4 a 5	24	55.542	4,321054337	Piedade	4 a 5	4,141010407	23
Porangaba	< 2	1	10.067	0,993344591	Porangaba	< 2	0,993344591	1
Porto Feliz	4 a 5	26	53.402	4,868731508	Porto Feliz	4 a 5	4,119695892	22
Quadra	> 5	7	3.854	18,16294759	Quadra	> 5	20,75765439	8
Salto	< 2	20	119.736	1,670341418	Salto	< 2	1,670341418	20
Salto de Pirapora	> 5	23	45.860	5,015263846	Salto de Pirapora	3 a 4	3,706934147	17
São Roque	> 5	52	92.060	5,648490115	São Roque	2 a 3	2,389745818	22
Sarapuí	> 5	6	10.390	5,774783446	Sarapuí	2 a 3	2,887391723	3
Sorocaba	< 2	106	687.357	1,542138947	Sorocaba	< 2	1,905850962	131
Tatuí	2 a 3	25	122.967	2,033065782	Tatuí	< 2	1,870420519	23
Tietê	2 a 3	10	42.517	2,352000376	Tietê	2 a 3	2,587200414	11
Vargem Grande Paulista	< 2	5	53.468	0,935138775	Vargem Grande Paulista	< 2	1,496222039	8
Votorantim	3 a 4	40	123.599	3,236272138	Votorantim	2 a 3	2,58901771	32
Torre de pedra	< 2	0	2.254	0	Torre de pedra	4 a 5	4,436557232	1

Fonte: Schinda (2021).

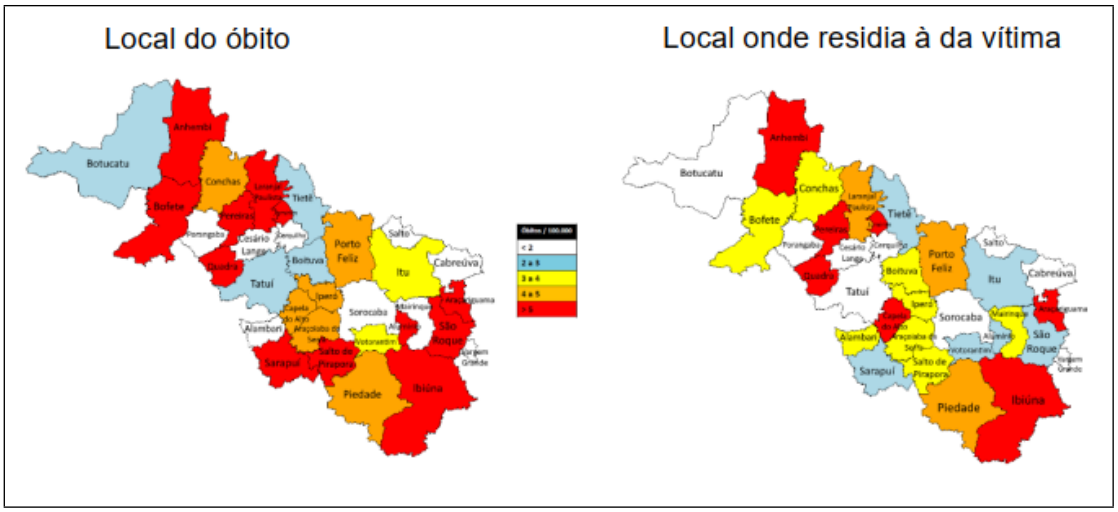
* índice de risco por bacia Estado = Y/X=Z

Onde: Y = (média dos óbitos de afogamento aquático dos anos de 2009-2019, por município e ou bacia hidrográfica); X = (população do município pertencente a bacia hidrográfica utilizando senso 2010); Z = (resultado por 100.000habitantes).

Figura 7. Índice de afogamentos em 53 municípios da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê no período de 2009-2019.

Na Figura 7 estão demonstrados os índices de morte por afogamento por 100.000 habitantes, representado por cores, sendo branco para igual ou menor que 2 por 100.000 habitante, azul 2 a 3, amarelo 3 a 4, laranja 4 a 5 e vermelho maior que 5. Essa padronização de cores foi utilizada pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático, (2021b) conforme a Figura 3. Observa-se que, nos municípios de Jamirim (26,33); Quadra (18,16) e Anhembi (17,59) os índices de afogamento classificados por local estão muito altos.

Na Figura 8 se pode também observar os locais que apresentaram maior risco de afogamento na Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê em relação aos locais em que as vítimas residiam.



Fonte: Schinda (2021).

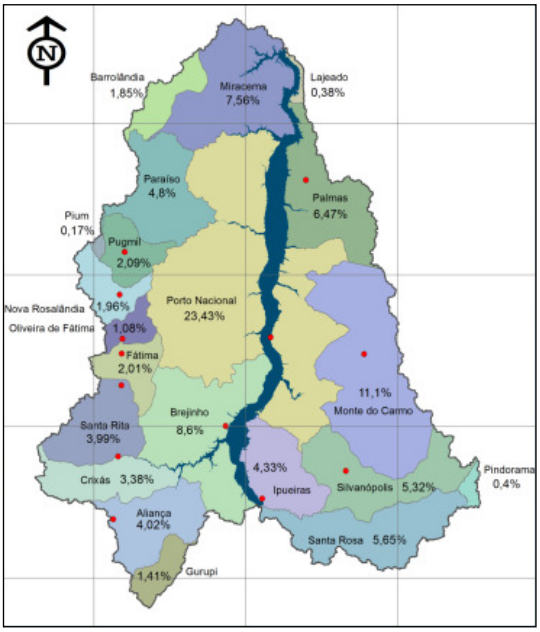
Figura 8 – Mapa de risco dos locais de afogamentos dos 53 municípios da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê, no período de 2009-2019 e do local de residência da vítima.

Esses dados indicam que, a média anual de mortes na Bacia Hidrográfica de Sorocaba-Médio Tietê é de 68,3, equivalente a 6,72% do Estado de São Paulo. Outra informação extremamente relevante que podemos observar no mapa acima é que, há uma diferença importante no número de mortes relacionadas ao local do incidente e o local de residência da vítima. Como exemplo cita-se o município de Anhembi, que teve, em seus registros, 12 mortes no Município no período de 2009-2019, porém, somente 4 pessoas eram residentes. De modo semelhante, no município de Sorocaba foram registradas 106 mortes na área geográfica do município e 131 óbitos por afogamentos de residentes no mesmo período.

Os casos de afogamento nos municípios da Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado do Tocantins

A Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago UHE possui aproximadamente 6,8% da área do Estado de Tocantins e concentra em torno de 24,4% de sua população (SEMARH, 2015).

Na área total da bacia estão localizados 19 municípios, conforme segue: Aliança do Tocantins, Aparecida do Rio Negro, Barrolândia, Brejinho de Nazaré, Crixás do Tocantins, Fátima, Ipueiras, Lajeado, Miracema do Tocantins, Monte do Carmo, Nova Rosalândia, Oliveira de Fátima, Palmas, Paraíso do Tocantins, Porto Nacional, Pugmil, Santa Rosa, Silvanópolis e Tocantínia, sendo dois dos quatro maiores do Estado de Tocantins: Porto Nacional e Palmas.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 9. Mapa Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins.

TOCANTINS	LOCAL	População	Afog. /100.000 Hab	LOCAL		RESID	Afog. /100.000 Hab	RESID
Bacia Entorno do Lago	3 a 4	495.683	3,954140045	196	Bacia Entorno do Lago	4 a 5	4,095359332	203
Aliança do Tocantins	3 a 4	5.346	3,741114852	2	Aliança do Tocantins	> 5	9,352787131	5
Aparecida do Rio Negro	> 5	4.848	8,250825083	4	Aparecida do Rio Negro	4 a 5	4,125412541	2
Barrolândia	3 a 4	5.651	3,539196602	2	Barrolândia	< 2	1,769598301	1
Brejinho de Nazaré	> 5	5.519	12,68345715	7	Brejinho de Nazaré	> 5	7,247689799	4
Crixás do Tocantins	> 5	1.735	5,763688761	1	Crixás do Tocantins	> 5	5,763688761	1
Fátima	2 a 3	3.830	2,610966057	1	Fátima	2 a 3	2,610966057	1
Ipueiras	> 5	2.052	14,61988304	3	Ipueiras	4 a 5	4,873294347	1
Lajeado	> 5	3.167	44,20587307	14	Lajeado	> 5	12,63024945	4
Miracema do Tocantins	> 5	17.936	10,59322034	19	Miracema do Tocantins	> 5	8,920606601	16
Monte do Carmo	> 5	8.066	6,19885941	5	Monte do Carmo	> 5	6,19885941	5
Nova Rosalândia	> 5	4.304	6,970260223	3	Nova Rosalândia	> 5	6,970260223	3
Palmas	2 a 3	306.296	2,350667328	72	Palmas	2 a 3	2,709797059	83
Paraíso do Tocantins	< 2	51.891	1,73440481	9	Paraíso do Tocantins	3 a 4	3,083386329	16
Porto Nacional	> 5	53.316	7,877560207	42	Porto Nacional	> 5	8,440243079	45
Pugmil	3 a 4	2.717	3,680529996	1	Pugmil	3 a 4	3,680529996	1
Santa Rosa do Tocantins	> 5	4.846	10,31778787	5	Santa Rosa do Tocantins	> 5	8,254230293	4
Silvanópolis	< 2	5.428	1,842299189	1	Silvanópolis	< 2	1,842299189	1
Tocantínia	> 5	7.617	6,564264146	5	Tocantínia	> 5	11,81567546	9
Oliveira de Fátima	< 2	1.118	0	0	Oliveira de Fátima	> 5	8,944543828	1

Fonte: Schinda (2021).

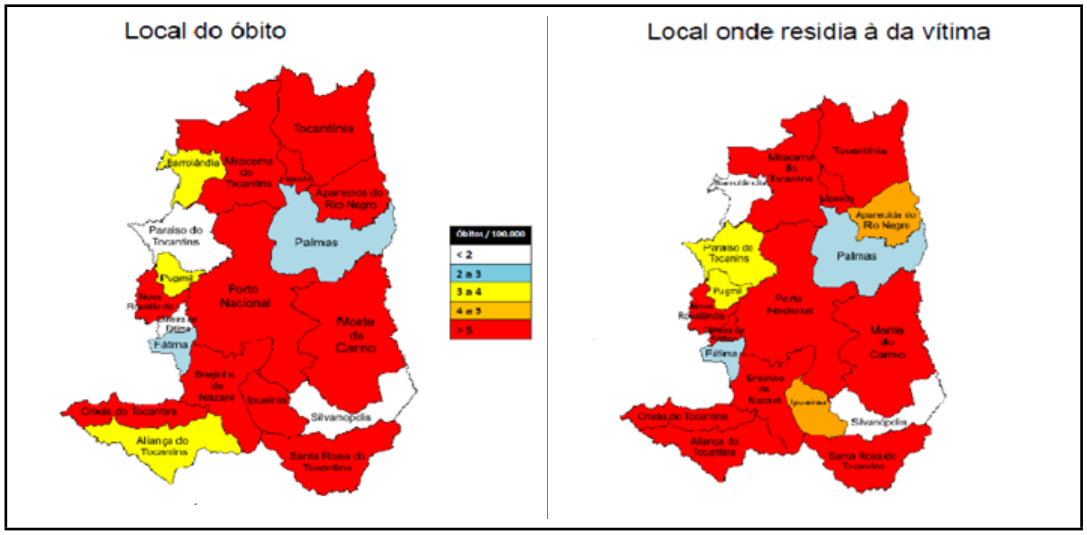
* índice de risco por bacia Estado = Y/X=Z

Onde: Y = (média dos óbitos de afogamento aquático dos anos de 2009-2019, por município e ou bacia hidrográfica); X = (população do município pertencente a bacia hidrográfica utilizando senso 2010); Z = (resultado por 100.000habitantes).

Figura 10. Índice de afogamentos em 19 municípios da Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins no período de 2009-2019.

Na Figura 10 estão demonstrados os índices de morte por afogamento por 100.000 habitantes, representado por cores, sendo branco para igual ou menor que 2 por 100.000 habitante, azul 2 a 3, amarelo 3 a 4, laranja 4 a 5 e vermelho maior que 5. Essa padronização de cores foi utilizada pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático, (2021b) conforme a Figura 3. Observa-se que, nos municípios de Lageado (44,2); Ipueiras (14,6) e Brejinho de Nazaré (12,6) os índices de afogamento classificados por local estão muito altos.

Na Figura 11 se pode também observar os locais que apresentaram maior risco de afogamento na Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins em relação aos locais em que as vítimas residiam.



Fonte: Schinda (2021).

Figura 11. Mapa de risco dos locais de afogamentos dos 19 municípios da Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins, no período de 2009/2019 e do local de residência da vítima.

Neste mesmo período comparativo a média de mortes do Brasil foi de 3,18 mortes por 100.000 habitantes, sendo que, no Estado de Tocantins foi de 4,94 e na Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins de 3,95.

Após essas avaliações de risco aumentamos as evidências da necessidade de implementação de políticas públicas de prevenção de afogamento nos municípios da bacia hidrográfica de maneira integrada.

Importância da implementação de políticas públicas de prevenção ao afogamento

No Brasil já existe legislação que poderia ser usada com referência para implementação de políticas públicas de prevenção de afogamento nos municípios. Ao analisar a Lei Federal nº 12.608/12 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – em seus Art. 6º, 7º e 8º, especialmente este último, fica evidente a possibilidade de ser implantada uma política pública de prevenção de afogamento nos Municípios de forma integrada com o Estado e a União. Conforme dispostos:

> Art. 6º Compete à União: I - a identificação dos riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do País;
> e XIII - apoiar a comunidade docente no desenvolvimento de material didático-pedagógico relacionado ao desenvolvimento da cultura de prevenção de desastres. § 1º O Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo: I - a identificação dos riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do País; e
> Art. 7º Compete aos Estados:
> V - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;
> VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais. Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo: I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres;
> **e Art. 8º Compete aos Municípios:**
> **V - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;**
> **X - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;**
> **XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas** (Brasil, 2012, grifo nosso).

A prevenção de afogamento é uma das atribuições da defesa civil municipal, portanto, buscar as parcerias no mapeamento de áreas de risco e nas medidas de mitigação é atribuição legal da prefeitura e um direito da população.

Considerações finais

Ao refletir sobre a questão de que os afogamentos podem ser evitáveis, mesmo assim, estão acontecendo com elevados índices de mortes, nos municípios pertencentes as Bacia Hidrográfica Paraná III no Paraná, Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio-Tietê em São Paulo e Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins, e considerando, ainda, que muitos municípios tem índices de óbitos elevadíssimos, superiores aos índices dos Estados ficando comprovado da necessidade urgente de medidas de prevenção.

Dessa constatação percebe-se a necessidade de se criar uma política pública de prevenção de afogamento por bacia hidrográfica, esta executada nos municípios, que padronize procedimentos e que promova a integração entre várias instituições de interesse para o programa, incluindo ações de capacitação voltadas tanto para a comunidade como para especialistas relacionados com o tema.

Existem procedimentos de baixo custo que podem ser implementados imediatamente através da estrutura administrativa das prefeituras municipais. Ficou visível na estatística de mortes por afogamento que, na mesma bacia hidrográfica, existem variações no número de mortes no mesmo município, ao considerarmos o local do óbito e o local de residência da vítima, o que justifica o uso da estrutura municipal na gestão destas áreas de risco.

O Estado, através do Corpo de Bombeiros e da Defesa Civil Estadual pode auxiliar os municípios na elaboração dos planos de contingência contra afogamento, servindo como modelo de implementação de medidas preventivas para outros municípios da bacia hidrográfica.

Com a implementação de um programa de prevenção de afogamento no município o gestor municipal tem a oportunidade de dispor e executar do plano de contingência contra afogamento, cumprindo com sua obrigação legal e eximindo-se dos riscos inerentes às áreas náuticas de lazer, evitando, assim, muitos óbitos por afogamento. Importante considerar no plano de contingências os problemas relacionados ao aquecimento global, fazendo previsões de inundações, enchentes e estiagem que mudam as características das águas nas bacias hidrográficas.

Compreende-se, portanto, que a prevenção de afogamento tem que ser desenvolvida para fazer a gestão dos riscos da bacia hidrográfica e executada nos municípios, direcionada para atender a demanda dos moradores e também dos turistas. Quanto mais municípios aderirem aos planos de contingência contra afogamento de forma integrada, mais bacias hidrográficas se tornarão mais resilientes em afogamento e mais pessoas poderão ser salvas, este modelo pode ser utilizado na gestão territorial dos riscos em outras regiões.

Referências

BLOOMBERG, L. P. **Global report on drowning:** preventing a leading killer. World Health Organization (Ed.). Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2014.

BRASIL. **DATASUS**. Disponível em: <http:www2.datasus.gov.br/DATASUS/>. Acesso em: 25 mar 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SCHINDA, Antonio; SZPILMAN, David; FERREIRA, Angelo Mazzucchi S.; TAVARES, Ricardo D.F. Município resiliente em afogamento. **Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência**, n. 1, v. 1, p. 93-105, 2019.

SCHINDA, Antonio**. Medidas de prevenção de afogamento dirigidas a uma bacia hidrográfica:** uma nova estratégia. 2021. 158 f. Tese (Doutorado em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) – Centro de Altos Estudos de Segurança, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

SOBRASA. **Resolução ONU A/75/24**. Bangladesh e Irlanda: projeto de resolução. Prevenção global de afogamento. Trad. SZPILMAN, David; QUEIROGA, Ana Catarina Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/resolucao_ONU.pdf>. Acesso em: 25 mar 2024.

SOBRASA. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático. Afogamentos. **Boletim epidemiológico no Brasil 2021 (ano base 2019 e outros)** SZPILMAN, David *et a*l. (Org.). 8. ed. 2021b. Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/AFOGAMENTOS_Boletim_Brasil_2021.pdf>. Acesso em: 27 mar 2024.

PHTLS/NAEMT. **Atendimento pré-hospitalar ao traumatizado**. [trad. Renata Scavone, et al.] 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 896 p.



Rio Madeira/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

DO LOCAL AO GLOBAL - MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES

FROM LOCAL TO GLOBAL - CLIMATE CHANGE AND DISASTER RISK MANAGEMENT

DE LO LOCAL A GLOBAL - CAMBIO CLIMÁTICO Y GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

DU LOCAL AU GLOBAL - CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DES RISQUES DE CATASTROPHE

Sofia Mello Magnoni[1]

Maria da Graça Mello Magnoni[2]

1 Bacharel em Direito pela Instituição Toledo de Ensino (ITE) – Bauru - SP. Pós-graduanda em Direito Internacional pelo Centro de Estudos de Direito e Negócios (CEDIN) - Belo Horizonte – MG. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-4947-5852. E-mail: sofiaamagnoni@gmail.com.

2 Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da UNESP/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru–SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4340-2136. E-mail: mgm.magnoni@unesp.br.

No presente capítulo, faremos uma breve reflexão sobre os conceitos trabalhados pelo geógrafo Milton Santos para a compreensão da dinâmica entre o local e o global no mundo globalizado, como também, pelo educador José Misael Ferreira Vale, em relação a contribuição da ciência e tecnologia na resolução de problemas ambientais.

Do local ao global

O declínio do feudalismo e o início das grandes navegações no final do século XIV foram responsáveis pela implementação do processo de colonização da América no início do século XV e tempos depois da Oceânia, abrindo novos horizontes políticos e econômicos para os colonizadores europeus. Por meio da relação estabelecida entre as metrópoles e as colônias, desenvolveu-se o sistema mercantilista (capitalismo comercial), que perdurou até meados de 1760, quando teve início a era do capitalismo industrial na Inglaterra e no início do século XX, inaugura-se a era do capitalismo financeiro.

Do início da era industrial aos dias atuais, o sistema capitalista passou por inúmeros estágios de reestruturação e evolução, iniciando a sua atual fase de globalização na década 1950, em decorrência do acelerado desenvolvimento industrial, potencializado pelo avanço científico e tecnológico da terceira revolução industrial, com destaque para a microeletrônica, informática, máquina de controle numérico computadorizado (CNC), robótica, cibernética, telemática, engenharia genética, novos materiais, biotecnologia e, mais recentemente, a nanotecnologia, a biologia sintética e a inteligência artificial.

O geógrafo Milton Santos (2002), considerou a globalização desencadeada nos anos de 1950 como o estágio supremo da internacionalização do capitalismo, intensificando o processo de intercâmbio desigual entre o norte e sul global, sendo responsável pela construção de um novo meio geográfico cuja dinâmica da produção avança de acordo com a complexidade do conteúdo de ciência, tecnologia, informação e inovação empregados.

Nesse contexto, surge o meio técnico, científico e informacional que transformou o espaço e a dinâmica global, sob a influência das nações hegemônicas e das grandes corporações transnacionais, com reflexos tanto para os países em via de desenvolvimento (entre eles, o Brasil) quanto para os países marginalizados, articulando cada vez mais o local com o global de acordo com os interesses do capitalismo globalizado.

A invenção do satélite artificial pela União Soviética no final dos anos de 1950, contribuiu significativamente para dinamizar a comunicação, ampliando a distribuição do sinal de rádio, TV e telefonia celular, viabilizando a expansão da internet, criando uma sociedade em rede conectada com um ciberespaço complexo, flexível e de grande abrangência geográfica. Por outro lado, a melhoria dos modais de transportes tanto no quesito velocidade quanto na capacidade de tonelada transportada, tornando viável economicamente o deslocamento de grandes volumes de diferentes tipos de matérias-primas e produtos manufaturados entre os continentes, conectando o local com o global em tempo real.

Na visão de Milton Santos (1994), o espaço global é formado por todos tipos de objetos e fluxos: A escala dos fluxos materiais e imateriais é tanto mais elevada quando seus objetos dão prova de maior inovação, proporcionada pelo advento da terceira era industrial, responsável pelo novo paradigma de organização, de gestão da produção e do trabalho que planeja, ao mesmo tempo, ações próximas ou longínquas, inserindo todos no fluxo do comércio capitalista globalizado, conduzido pelas nações dominantes e suas grandes corporações transnacionais.

Para o Geógrafo, o nível global e o local são conjuntamente essenciais para o entendimento do mundo globalizado e as suas redes de interconexões. Na sua percepção, cada lugar faz a conexão local ou global de acordo com a sua importância no âmbito do contexto geopolítico, geoestratégico/econômico do sistema de produção e circulação do capitalismo globalizado, cenário em que a ordem global impõe, a todos os lugares (locais), uma única racionalidade, atrelada diretamente aos interesses do norte global.

O entendimento e percepção da relação entre o local e global preceituada por Milton Santos (1926-2001), é de grande valia para a reflexão sobre o aquecimento global decorrente do aumento contínuo das emissões de gases de efeito estufa responsáveis pelo avanço do aquecimento global e das mudanças climáticas que estão contribuindo com o aumento da frequência e potência destrutiva dos desastres provocados pelos eventos climáticos extremos, tanto no Brasil quanto no mundo. É um entendimento estratégico para o desenvolvimento de ações efetivas e integradas visando a implementação de um modelo de gestão capacitado para promover a redução do risco de desastres no espaço rural e urbano, isto é, principalmente nas áreas periféricas e vulneráveis das grandes regiões metropolitanas localizadas principalmente nos países em desenvolvimento e pobres, articulado ao mesmo tempo com o local, regional, nacional e global.

A contribuição da ciência e tecnologia na resolução de problemas ambientais e a redução do risco de desastres no mundo globalizado

A globalização da economia capitalista, torna cada vez maior a interdependência científica, tecnológica e econômica evidenciadas por Milton Santos (1996), entre os países do norte e sul global, variando de acordo com o contexto e dinâmica de cada continente, país e região. Segundo o renomado intelectual, a ciência, a tecnologia e a informação estão na base de todas as formas de utilização e funcionamento do espaço, da mesma forma que participam da criação de novos processos vitais e de produção de novas espécies (animais e vegetais). É o avanço da cientificização, tecnicização da paisagem e a informatização do espaço nunca vistos antes no processo evolutivo da humanidade.

Para Milton Santos (1996), os espaços, assim requalificados, atendem, sobretudo, aos interesses dos atores hegemônicos da economia e da sociedade e são incorporados plenamente às correntes de globalização.

Na visão de Ferreira do Vale (2011), atualmente, sem o conhecimento científico e a contribuição decisiva da técnica, será difícil avançar na previsão e encaminhamento racional dos problemas ambientais em diversas escalas, principalmente quando nos referimos a ocorrência de desastres naturais e antropogênicos.

Para ele, a prática científica busca explicar e compreender a dinâmica de funcionamento da natureza, já a prática tecnológica, por sua vez, procura produzir instrumentos que permitam, como meios, colaborar com a ciência no encaminhamento de questões relacionadas ao conhecimento da realidade natural, oferecendo possíveis soluções para os inúmeros problemas e acontecimentos reais que o homem está sujeito como, por exemplo, o aumento da frequência dos eventos climáticos extremos, responsáveis pela ocorrência de desastres de diferentes magnitudes e abrangências geográficas.

Vejamos um exemplo: no final do mês de abril de 2024, o estado do Rio Grande do Sul foi atingido pelo maior evento climático extremo de precipitação de chuvas da história do Brasil, causando danos consideráveis na infraestrutura urbana e rural em diferentes pontos do seu território, problemas ambientais, sociais, além de um número expressivo de óbitos entre a população local, mas também da fauna silvestres ou criados, principalmente para fins comerciais. A estrutura de produção agropecuária do estado foi duramente atingida, causando enormes prejuízos; segundo a Defesa Civil, cerca de 478 dos 497 municípios gaúchos foram atingidos pelo desastre.

Já no início de 2025, a realidade é outra e o Rio Grande do Sul enfrenta uma seca severa que devastou grade parte das plantações de milho e soja da safra 2024/2025, localizadas principalmente nas regiões de Missões, na região central do estado e a Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

A estimativa é que, em algumas áreas, a queda na produtividade poderá ser superior a 60%, em outras, a perda poderá ser total, causando prejuízos significativos para economia local e nacional. Em poucos meses de diferença, grande parte do território gaúcho passou de um período de precipitação de chuva extrema para um de seca severa com temperaturas escaldantes.

Diante do avanço dos eventos extremos de diferentes magnitudes, é urgente, em nível local e global, o desenvolvimento de ações técnicas e políticas pautadas no conhecimento científico e tecnológico multidisciplinar, áreas essenciais para o enfrentamento e mitigação dos efeitos desencadeados pelo avanço do aquecimento global e das mudanças climáticas, objetivando a redução do risco de desastres, a preservação dos meios de produção estratégicos para a manutenção da vida humana e os anseios das populações que habitam áreas vulneráveis rurais e urbanas.

A educação básica e superior é estratégica para a construção de uma sociedade democrática, participativa e resiliente. Os conceitos e conteúdos científicos abordados nas salas de aula e nos demais espaços educativos, somados às metodologias que tomam como referência o contexto, a análise da prática social predominante na realidade concreta e a

relação entre os fatos, resultam no movimento que permite a síntese compreensiva, que esclarece, em parte ou no todo, o funcionamento da dinâmica natureza e sua importância para a manutenção da vida no Planeta Terra.

Em "A contribuição da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas ambientais", Ferreira do Vale (2011) evidencia que a ciência que gera o conhecimento, necessita da técnica para chegar a transformar as condições adversas resultantes da relação humana com o meio ambiente. Através da tecnologia, que é a técnica aplicada aos problemas materiais e humanos, a cultura civilizada consegue enfrentar os desafios postos pela realidade complexa, natural e humana.

O monitoramento ininterrupto dos oceanos e mares por meio de satélites e sondas, por exemplo, permite auferir a temperatura das águas marítimas, ferramenta importante para detectar em tempo real o rumo das correntes marítimas e os reflexos sobre as condições climáticas globais. Essa condição é fruto do avanço do conhecimento científico, decorrente refinamento estrutural dos instrumentos técnicos de ponta, do conhecimento científico/ tecnológico sobre a natureza dos fenômenos e a compreensão racional do universo.

O uso da tecnologia moderna para o monitoramento é fundamental diante da emergência climática atual. Porém, seria fundamental reconhecer e valorizar os conhecimentos ancestrais dos povos indígenas e tradicionais sobre o clima e a natureza. Preservar as terras e os seus conhecimentos ancestrais seria de grande valia para o desenvolvimento de ações conectadas com a ciência e a tecnologia do mundo atual visando o desenvolvimento de ações coordenadas para antecipar e a reduzir o risco de desastres.

Ferreira do Vale (2011) destaca que a ciência gera conhecimento estratégico e a tecnologia gera poder econômico, geopolítico, social cultural, isto é, a concentração do conhecimento científico e tecnológico, quando na mão de poucos, gera poder efetivo aos seus detentores. De igual modo, nunca será salutar que apenas algumas nações detenham o domínio dos conhecimentos geoestratégicos e o poder da técnica. Quando disseminado por meio da educação, com ênfase na formal, de maneira universal, principalmente para a população marginalizada, o conhecimento científico desenvolve uma compreensão crítica da realidade e dos fenômenos naturais, livrando-a de crendices e superstições.

Para ele, a complexidade da realidade natural diante das limitações da ciência frente aos fenômenos que se apresentam à investigação humana. Não há como não ficar atônito diante da ignorância do mundo e dos enigmas que se apresentam, resultantes de fenômenos naturais com os quais lidamos, como os eventos climáticos extremos de diferentes magnitudes e força destrutiva. Desta forma, a ciência possibilita uma emancipação do pensamento crítico e interpretação da realidade do mundo natural e, em conjunto com a técnica, possibilita o enfrentamento de problemáticas atuais e vindouras para as presentes e futuras gerações.

Para o renomado educador, a ciência foi o modo pelo qual a humanidade, ao longo dos séculos, desenvolveu para conseguir acumular, gradativamente, um número significativo de informações racionalmente estruturadas e provisoriamente admitidas como meio de decifrar, ou,

pelo menos, compreender, o modo de estruturação e funcionamento da natureza, em seus planos micro e macro. Um conhecimento em constante desenvolvimento e atualização, mas, ainda assim, o único passível para descrever, explicar, prever e, até certo ponto, diminuir os efeitos de diversos fenômenos naturais que, a rigor, não dependem somente da vontade humana, como o risco de desastres agravado pelo avanço do aquecimento global e da mudanças climáticas.

Na sua visão, os desastres naturais e antrópicos, como movimentação das placas tectônicas, erupções vulcânicas, tsunamis, terremotos, deslizamentos de encostas, enchentes, movimentação das correntes marítimas, erosões, secas severas, incêndios, descargas elétricas, temporais, furacões, ciclones e tornados, são exemplos de eventos extremos reais que atingem o ser humano, com resultados que ainda temos pouco controle e relativo poder de previsão com precisão exata.

Na concepção de Ferreira do Vale (2011), além dos diversos fenômenos que acontecem durantes as eras geológicas, o surgimento do ser humano sobre a superfície terrestre desencadeou um processo de mutação primitiva da paisagem natural que, aos pouco, foi substituída por uma paisagem social fruto da ação humana sobre o espaço, isto é, uma paisagem modificada pelo poder de transformação do meio ambiente co. vistas a suprir as necessidades básicas humanas, tais como, vestimenta para enfrentar as intempéries, alimentação, coleta, pesca e, com o início da civilização, por meio do cultivo de plantas, criação de animais e construção de moradias. Como um ser dotado de inteligência e vontade, pleno de necessidades e carecimentos, o ser humano sempre se pôs à busca renovada de alimento, vestimenta, moradia e meios de defesa para se manter vivo.

O processo contínuo para suprir as necessidades humanas, em conjunto com o domínio gradativo das forças naturais pela ciência e tecnologia, são apontados como responsáveis pelo desenvolvimento social, econômica e cultural das sociedades humanas, e, em consequência, pelo surgimento de modos de vida e de produção cada vez mais complexos.

Hoje, o modo de produção capitalista globalizado constitui imenso ambiente de produção de mercadorias, circulação de produtos manufaturados, matérias-primas, compra e venda de bens materiais, acompanhado da acumulação de riquezas cada vez mais concentrada nas mãos de poucos. Os serviços sociais e culturais ligados ao terceiro setor intensificaram-se para tentar suprir as necessidades advindas dos problemas gerados pelo processo de urbanização e de mecanização do campo no mundo.

Mudanças climáticas e gestão de risco de desastres

Para a Organização das Nações Unidas (ONU), as mudanças climáticas são transformações a longo prazo nos padrões de temperatura e clima. Na atualidade, elas estão sendo potencializadas pelo avanço do aquecimento global. Entre as principais causas das mudanças climáticas, estão a concentração atrópica de gases de efeito estufa na atmosfera, as mudanças no uso da terra e as variações no ciclo solar.

Na visão de Ferreira do Vale (2011), o crescimento desmedido das cidades com necessidades específicas de abastecimento de água, alimento, energia, saneamento básico, saúde, educação, calçamento, pavimentação e transporte tem gerado inúmeros problemas, como o desmatamento ilegal, acúmulo de lixo e resíduos sólidos, poluição do ar, dos rios e das nascentes que refletem diretamente na qualidade de vida das pessoas.

A zona rural, responsável pela produção dos mais diversos gêneros alimentícios, com finalidades distintas, passou por um processo de intensificação da agricultura e pecuária, que pressionaram diversos biomas por meio do desmatamento, das queimadas e do uso predatório da água, trazendo resultados danosos ao meio ambiente.

Para ele, a complexidade das relações sociais, pautadas no consumo exacerbado e no lucro para acumulação de capital, geram uma alta demanda por bens de consumo variados, gerando uma cultura consumista que, em contrapartida, produz, acima de tudo, gases perigosos, metais pesados, dejetos e diversos tipos de excedentes descartáveis que poluem a atmosfera, a água e o solo terrestres, diminuindo a qualidade de vida de milhões de pessoas, principalmente `aquelas marginalizadas e vulneráveis que geralmente são vítimas dos desastres provocados pelos eventos naturais extremos.

Ferreira do Vale (2011), foi enfático ao dizer que hoje, com uma população mundial totalizando mais de oito bilhões de pessoas, o planeta visto por Iuri Gagarin como "planeta azul", corre o risco de sucumbir e se tornar cinzenta, impróprio para a existência humana, com o avanço climáticos extremos, decorrentes da ampliação no processo de exploração e degradação do meio ambiente, sem que haja uma política de mitigação à nível nacional e global para conter e diminuir os limites de exploração e utilização dos recursos naturais decorrentes da relação dialética entre o homem e a natureza.

Diante de tais ameaças, Ferreira do Vale (2011) destaca que não se trata, entretanto, de aterrorizar as novas gerações sobre um possível caos ambiental, mas, desde cedo, influenciar pelo exemplo e pela ação efetiva da Educação para promoção do respeito pela natureza que nos propicia a existência através do uso do solo, da água, do ar e da energia em suas diferentes modalidades. É neste ponto que a geografia, a filosofia, a arte, a literatura, a história, a física, a química, a matemática, a biologia, a meteorologia, as ciências da terra, a educação, a engenharia, a agronomia, a informática e tantos outros ramos do conhecimento, manifestações de racionalidade científica e tecnológica, podem prestar relevantes serviços à manutenção sustentável do planeta garantindo a qualidade de vida para todos.

A educação básica e superior, quando organizada para atender a quantidade com qualidade, tem condições de promover a conscientização e a promoção do ser humano, além de criar uma mentalidade voltada para a conservação, recuperação e proteção do meio ambiente, visando minorar o risco de desastres.

Diante dos conceitos elaborados pelos eludidos autores, será preciso, desde a educação infantil, criar a cultura do plantio, aos milhões, de florestas essênciais. "A floresta faz chover", diz o ribeirinho amazonense. Manter a floresta em pé é condição *sine qua non* para manter o Brasil e o mundo, em condições climáticas favoráveis à existência da vida humana.

Sendo assim, ações para preservar e recuperar os mananciais de água e recompor as suas matas ciliares; despoluir os rios, riachos; promover o saneamento básico chegar nas áreas urbanas vulneráveis e de risco, dentre outros, são de suma importância.

No caso do Brasil, será preciso estabelecer linha demarcatória para fazer frente ao agronegócio, aos madeireiros, aos grileiros e a mineração ilegal que pressiona o nosso bioma amazônico. À luz da situação enfrentada pelos indígenas Yanomamis, retrato cabal do desastre ambiental e social promovido pelos grandes interesses econômicos nacionais e internacionais, predadores dos recursos naturais. Os Yanomamis são vítimas do desastre ambiental provocado pelo garimpo ilegal de ouro, demonstrando o total descaso do Estado e da elite brasileira com os seus povos originários.

Para concretizarmos a conexão do local com o global, necessária para o enfrentamento das mudanças climáticas e a consecução de um sistema de gestão de risco de desastres estruturado e concreto, será preciso evidenciar a importância da promoção de uma educação socioambiental, da educação básica ao nível superior, que promova o avanço do desenvolvimento sustentável no sentido de evitar a poluição e a contaminação das águas continentais e oceânicas; investir massivamente na reciclagem dos materiais sólidos, líquidos e gasosos recuperáveis; reduzir a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera para preservar a camada de ozônio; melhorar a eficiência dos motores automotivos e ampliar o uso dos biocombustíveis para reduzir a demanda por petróleo; ampliar a produção de energia limpa e renovável; estimular o avanço da agropecuária de baixo carbono e da agroecologia; preservar as nossas florestas e promover a recuperação das áreas desmatadas e degradadas; caminhar na direção da construção de um mundo verde, rico em água potável, terras ricas em nutrientes para produzir alimentos para uma sociedade justa e democrática; valorizar a cultura e o modo de vida dos povos originários e tradicionais; promover a recuperação das áreas agrícolas de pastagens degradadas tornando-as produtivas; desenvolver Políticas Públicas, com enfoque nas defesas civis municipais, direcionadas à previsão, prevenção e atendimento às populações urbanas de áreas de risco, mediante o financiamento estadual e federal para atender os municípios carentes de infraestrutura e, ao tempo, criar "coletivos organizados e permanentes" com máquinas, caminhões e demais equipamentos para situações emergenciais resultantes dos eventos climáticos extremos.

Portanto, é primordial o desenvolvimento de políticas que invistam em uma educação escolar de qualidade, baseada no conhecimento científico e ação técnica para promover o ser humano em todos os aspectos de sua formação. E, Ferreira do Vale (2011), vai adiante ao dizer que o avanço científico e tecnológico possibilita monitorar o céu, a terra e o mar para reduzir os impactos da natureza sobre a vida em sociedade. A ciência, a tecnologia, a informação e a inovação são estratégicas no desenvolvimento de ações para promover a gestão e a redução do risco de desastres em espaços urbanos e rurais, promovendo a redução efetiva da pobreza e mitigando os riscos decorrentes de eventos climáticos extremos. Sendo assim, é necessário construir a cultura do prevenir e antecipar para não remediar.

Referências

FERREIRA DO VALE, José Misael. A contribuição da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas ambientais. In: **JC na Escola Ciência**: Mudanças Climáticas, Desastres Naturais e Prevenção de Riscos. Bauru, Jornal da Cidade, 2011.

ONU - Organização das Nações Unidas. **O que são as mudanças climáticas?** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>. Acesso em março de 2025.

SANTOS, M. **O país distorcido**: o Brasil, a globalização e a cidadania. São Paulo, Publifolha, 2002.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo, globalização e meio técnico-científico informacional.** São Paulo, HUCITEC, 1994.

SANTOS, M. **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. 2. ed. São Paulo, Hucitec, 1996.



Rio Madeira/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

2

Educação, ciência, tecnologia, inovação, eventos climáticos extremos e sociedade sustentável



INTERAÇÃO SOCIAL E COMUNICAÇÃO SOBRE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS VIA BOLETIM GEOGRÁFICO ESCOLAR

SOCIAL INTERACTION AND COMMUNICATION ABOUT EXTREME WEATHER EVENTS THROUGH THE SCHOOL GEOGRAPHY REPORT

INTERACCIÓN SOCIAL Y COMUNICACIÓN ACERCA EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS A TRAVÉS DEL BOLETÍN GEOGRÁFICO ESCOLAR

INTERACTION SOCIALE ET COMMUNICATION SUR LES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES À TRAVERS LE BULLETIN GÉOGRAPHIQUE SCOLAIRE

Carla Juscélia de Oliveira Souza[1]
Lucas Luan Giarola[2]
Maria Clara Franco Sousa[3]
Alícia de Oliveira Moreira Pereira[4]

1 Universidade Federal de São João del-Rei, Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1426-4790. E-mail: carlaju@ufsj.edu.br.
2 Universidade Federal de São João del-Rei. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7713-0215. E-mail: lucasgiarola.geo@gmail.com.
3 Universidade Federal de São João del-Rei. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4348-1097. E-mail: mariacfsousa@outlook.com.
4 Universidade Federal de Goiás. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7485-9542. E-mail: aliciaoliveirapereira@gmail.com.

Introdução

De acordo com Beck (2010), atualmente vivemos em uma sociedade dos riscos, pois a maneira em que ela se organiza e sua forma de produção provocam a intensificação da produção de riscos de diversas origens. Ou seja, vivemos cercados por situações de risco. Somando-se a isso, o Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba (2024) considera que, com as mudanças climáticas, os eventos extremos se tornaram mais pronunciados, severos e recorrentes, podendo ocorrer em diversas regiões concomitantemente. Ainda de acordo com esse órgão, os eventos extremos podem ser definidos como "fenômenos climáticos e/ou meteorológicos que ocorrem em volume acentuado e fora dos níveis considerados normais, representando situações extraordinárias que podem ter impactos significativos em diversas áreas" (Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba, 2024).

Em relação à definição do que são esses eventos extremos, Marchezini *et al.* (2023) indicam que há um desafio tanto nas atividades científicas quanto operacionais do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres (Cemaden) ao tratar dessa temática. Os autores ainda propõem a definição do termo com relação a três aspectos distintos, sendo eles meteorologia, engenharia e sociologia. No que tange à meteorologia, eles adotam a proposição realizada pela Organização Meteorológica Mundial em 2023, segundo a qual, para caracterizar um evento extremo, deve-se considerar três âmbitos diferentes: (*i*) *magnitude* – que são medidas e limiares que caracterizam o evento como extremo, de acordo com as características climáticas do local de ocorrência; (*ii*) *duração* – dada pela diferença entre o momento que o evento atingiu seu limiar de extremo pela primeira vez e quando cessou; e (*iii) extensão* – definida pela área geográfica na qual o evento se desenrolou (Marchezini *et al.*, 2023).

Em relação à engenharia, Marchezini *et al.* (2023) relatam que os eventos são considerados extremos quando causam muitos impactos na infraestrutura e para os moradores da região de maneira geral, dessa forma, eventos que não seriam considerados extremos de acordo com abordagens estatísticas, como a apresentada anteriormente, podem ser classificados como tal a depender das suas consequências no local. Como exemplo disso, os autores apresentam as chuvas na cidade de Salvador, que, a partir de determinado limite, que não seria considerado extremo de acordo com a quantidade, ocorrem muitos deslizamentos de terra na cidade, que causam consequências para os moradores em decorrência de muitos viverem em áreas de risco. Em razão disso, portanto, tornam-se eventos extremos.

Por fim, no âmbito social, os autores indicam que há a consideração de eventos extremos em relação à vulnerabilidade, ou seja, os impactos de um evento não ocorrem em razão dos eventos climáticos e meteorológicos em si, mas em razão da desorganização social, que gera vulnerabilidades para determinadas parcelas da população. Nesse cenário, a

perspectiva de adaptação e mitigação ganha força, assim como ações que geram resistência e resiliência na população. Em suma, a vulnerabilidade e a exposição transformam os eventos climáticos extremos em desastres, de acordo com Marchezini *et al.* (2023).

Diante do que foi apresentado, entende-se que as mudanças climáticas, decorrentes de fatores naturais e do modo de vida e de produção adotado pela sociedade, que causam inúmeras transformações no ambiente, com a emissão de gases do efeito estufa pelos meios de transporte, por exemplo, expõem as pessoas cada vez mais a situações de risco. Ao pensar nas chuvas torrenciais atípicas, que se caracterizam como um desses eventos extremos, elas podem causar inundações, enchentes e alagamentos, o que coloca em risco e até mesmo expõe indivíduos a situações de concretização de tal risco.

Isso pode ser demonstrado por dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2023) de que 1.116 desastres foram registrados no Brasil, relativos a eventos hidrológicos (transbordamentos) e geológicos (deslizamentos de terra), referentes apenas aos 1038 municípios monitorados. De acordo com o órgão, esse número, além de superar os anos de 2020 e 2022, representa apenas uma parte dos desastres e eventos extremos que ocorreram no Brasil, já que se refere apenas aos municípios acompanhados pelo Cemaden, que se referem a 18,6% do total de municípios brasileiros.

Esses eventos extremos podem ser classificados de acordo com a sua origem, que pode ser hidrológica - inundações, alagamentos, enchentes, deslizamentos; geológica e geofísica – processos erosivos, movimentação de massa; meteorológica – raios, ciclones tropicais e extratropicais, tornados, vendavais; e climatológicos – estiagem e seca, queimadas e incêndios florestais, chuvas de granizo, geadas e ondas de frio e de calor (Fiocruz, 2022). É importante ressaltar que todos esses eventos são parte da dinâmica natural do sistema terrestre, porém, em razão das ações antrópicas, eles têm se tornado mais intensos, expondo inúmeras pessoas a situações de risco e perigo, causando muitas perdas materiais, imateriais e até de vida.

Diante desse fato e dos riscos de desastres, desde a década de 1990, ocorrem discussões e ações promovidas pela ONU, UNESCO, UNICEF e outras organizações atentas aos problemas relacionados aos riscos e aos desastres, geralmente ligados aos fenômenos da natureza e à participação da ação antrópica no aumento e ou aceleração de eventos danosos. Consequentemente, torna-se necessário discutir medidas e ações de prevenção e segurança.

No Brasil, a Lei 12.608/12 instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. Este autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres, cabendo-lhe, também, a comunicação.

No âmbito das discussões sobre medidas e prevenção, a comunicação e a educação são consideradas como uma das medidas importantes para promover a redução dos riscos de desastres (RRD). No caso da comunicação[5] dos riscos, espera-se que os receptores de uma mensagem de risco tenham condições de compreender o conteúdo da mensagem e, desse modo, possam buscar novas atitudes e comportamentos em relação a determinado

risco (Renn, 1998). Segundo Valencio (2009), muitas vezes, as pessoas mais vulneráveis não têm acesso às informações referentes aos riscos eminentes em seu espaço de vivência. Isso ocorre por causa do ocultamento de informação, que não chega ou chega após o evento danoso. Em suas discussões, a autora destaca que,

> A informação acerca do risco não precisa ser apenas fornecida à população vulnerável, como um direito inalienável, mas fornecida em tempo hábil para redução de seus danos físicos, psicossociais e materiais. A cultura do ocultamento não pode nem deve constituir-se em *modus operandi* aceitável nas práticas institucionais voltadas para a proteção civil num contexto democrático (Valencio, 2009, p. 190).

Soriano e Hoffmann (2015) destacam que no Brasil, muitas ações da Defesa Civil não constituem efetivamente uma comunicação mas sim um monólogo, no qual prevalece o conhecimento técnico-científico do perito direcionado para o público alvo vulnerável ao processo perigoso, sem que se estabeleça uma troca entre esses dois públicos – Defesa civil e população vulnerável. Desse modo, não se tem uma comunicação, mas "[...] um sistema de fluxo informacional de um conhecimento específico, que atinge a chamada "ponta" do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, que são os agentes locais" (Soriano; Hoffmann, 2015, p. 114). Os autores evidenciam que, ao ser um monólogo, o método desconsidera o conhecimento tácito que a população apresenta sobre o risco de desastre, diferentemente do que ocorre no método dialógico, de falas e escutas, em que se entende e aprende por meio de trocas estabelecidas entre os agentes e a população. Os diálogos a respeito dos riscos e a troca de conhecimentos favorecem a participação efetiva de pessoas e grupos interessadas no tema riscos e ou que sejam vulneráveis às situações de riscos.

Essas abordagens – do monólogo e do diálogo – quando recontextualizadas no campo da ciência da comunicação, podem ser associadas às dimensões instrumental e normativa da comunicação (Walton, 2004). A primeira compreende a dimensão instrumental, destinada ao trabalho de difusão e transmissão, fortemente presente nos meios de comunicação de massa (MCM) até a década de 1960, quando

> junto com as mudanças que ocorrem na própria sociedade, o foco dos trabalhos deixa de ser os MCM e a comunicação como um instrumento, dando espaço à sua concepção como um processo de interação entre pessoas e grupos nas mais diversas instâncias. Passa-se a analisar as mediações sociais envolvidas na comunicação enquanto processo, com metodologias mais qualitativas e temáticas voltadas à cultura e às novas tecnologias, como fez, e continua a fazer, Martin-Barbero (2001), para apontar um autor da América Latina (Braga, 2011, p.79).

A segunda dimensão – normativa – compreende o sentido de partilha, comunhão e pleno diálogo, em que se dá a compreensão mútua, a interação/comunicação entre pessoas e ou pequenos grupos. Nessa perspectiva, Braga (2011) ressalta que a noção de comunicação não se resume a processos de informação, mas trata-se de um fluxo de interação contínuo, "em que o indivíduo pode não só dialogar com os "emissores" das mensagens que recebe mas também passá-las adiante com grande alcance, com base em suas leituras e interpretações (Braga, 2011, p. 79).

Paulo Freire (2002) traz importantes reflexões sobre a questão da comunicação na educação, em que o conteúdo comunicado, sem a coparticipação do outro sujeito pensante, transforma-se em conteúdo estático e cristalizado agora depositado nos outros, "que ficam impedidos de pensar, pelo menos de forma correta". Pois, "[...] na comunicação, não há sujeitos passivos. Os sujeitos co-intencionados ao objeto de seu pensar se *comunicam com seu* conteúdo" (Freire, 2002, p. 67, destaque do próprio autor). Essa concepção, ao ser considerada no âmbito da educação e da comunicação dos riscos, potencializa os saberes locais, bem como os saberes culturalmente sistematizados na ciência e na técnica. Desse modo, ao se pensar na comunicação dos riscos relacionados às mudanças climáticas na educação formal, por meio do ensino de conteúdos escolares, especialmente no ensino de Geografia, cabe considerar então as dimensões da comunicação na produção de materiais que serão utilizados como meio para se estabelecer uma interação e diálogo sobre o assunto, na sala de aula.

Nessa linha de pensamento, a comunicação de riscos precisa considerar a possibilidade do diálogo entre os diversos sujeitos envolvidos no conteúdo em comunicação, capaz, então, de promover conhecimento, reflexão e transformação no modo de agir, em prol de maior segurança – que envolve medidas, normas, condutas – e prevenção[6] – como antecipação de algo que possa vir a acontecer.

Fundamentado nessas ideias, este capítulo traz algumas reflexões desenvolvidas na interface da discussão de eventos climáticos extremos e a comunicação promovida por meio de material didático, elaborado para e com jovens do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, por graduandos de licenciatura em Geografia, em atividades de extensão universitária.

Além da introdução e das considerações finais, o capítulo está organizado em duas seções, assim nomeadas: Importância do conhecimento e da comunicação dos riscos como medida de segurança e Boletim geográfico escolar: eventos climáticos extremos no Brasil.

Importância do conhecimento e da comunicação dos riscos como medida de prevenção

Diante do contexto anteriormente delineado, caracterizado pelo aumento significativo no número e na frequência de acidentes e desastres, em diversas partes do mundo, houve a emergência de uma resposta por parte de variados organismos, tanto em âmbito nacional quanto internacional. Esses órgãos foram instituídos e/ou mobilizados com o propósito

de estabelecer protocolos que pudessem orientar as estratégias necessárias para a redução dos riscos e a mitigação dos desastres.

No âmbito internacional, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem desempenhado um papel crucial na promoção de estratégias e na elaboração de importantes marcos internacionais. A Década Internacional para Redução de Desastres Naturais (década de 1990) foi um marco inicial que estimulou a conscientização e a colaboração internacional. Posteriormente, o Quadro de ações de Hyogo (2005-2015) e o Marco de Sendai (2015-2030) consolidaram diretrizes e metas mais específicas. Esses marcos enfatizam a importância da prevenção, da redução do risco e da adaptação às mudanças ambientais globais como estratégias-chave para enfrentar desastres (Marchezini *et al.*, 2018; Souza, 2020; Matsuo, 2023).

A busca pela prevenção é essencial para reduzir os desastres. Isso implica não só evitar totalmente os danos mas também adotar medidas para reduzir sua extensão, severidade e as vulnerabilidades das populações expostas a processos perigosos. Conforme a discussão de Marchezini *et al.* (2018), as ações preventivas abrangem a identificação, mapeamento e monitoramento de riscos e a necessidade de consolidar intervenções estruturais - ordenamento e planejamento territorial, construção civil – e não estruturais – elaboração de políticas públicas, formação de lideranças locais e processos educativos. Em perspectiva similar, Warner (2018) destaca que medidas como identificação, monitoramento e fiscalização das situações de risco são como 'bens' relacionados à prevenção e consequentemente favorecem a redução dos riscos de desastres. Nesse sentido, defende-se a importância de se construir uma cultura de prevenção, que possibilita às pessoas responderem a perigos recorrentes e a criar soluções para lidar com ameaças complexas (Sulaiman, 2018; Warner, 2018).

O conhecimento, a comunicação e a informação sobre os riscos constituem combinação necessária em ambientes e comunidades que almejam reduzir o risco de desastre (Sulaiman, 2018; Pereira *et al.*, 2023; Matsuo, 2023), tendo a educação como um processo e movimento central nesse caminho. Por meio de atividades educativas, o conhecimento sobre o tema pode ser compartilhado e difundido; também pode ser implementada uma cultura preventiva, que incorpore novas formas coletivas de pensar e agir frente aos riscos, na construção de uma Educação em Redução de Riscos e Desastres (ERRD).

A ERRD é um processo contínuo do entendimento e problematização dos riscos, suas causas, efeitos e possíveis impactos negativos para a sociedade (Selby; Kagawa, 2012; Souza, 2020; Matsuo, 2023). Simultaneamente, favorece a construção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de competências que promovem o empoderamento e a formação de uma sociedade resiliente para viver em tempos de riscos e desastres (Matsuo, 2023).

Nessa perspectiva, Sulaiman (2018) destaca que aumentar a resiliência demanda reflexão e ação e ainda ressalta a centralidade da educação. Para a referida autora, compreender os processos que causam vulnerabilidades – como a segregação socioespacial que configura situações de risco – é o primeiro passo para elaborar medidas preventivas (Sulaiman, 2018).

Nesse sentido, a educação pode contribuir tanto para um melhor entendimento de processos perigosos e problemas decorrentes quanto para uma melhor mobilização das pessoas para lidar com os riscos, como medida de prevenção aos desastres.

Partindo desses pressupostos, o *Boletim geográfico escolar*[7] é concebido como um material que favorece o ensino e aprendizagem de temas relacionados à questão dos riscos, com base no conhecimento geográfico e o conhecimento local, por meio de diálogos que são estabelecidos com *charges* e problematizações. Os boletins são compostos por textos verbal e não verbal, contém conteúdo referente a conceitos, fatos, questões problematizadoras e imagens diversas (*charge*, foto, gráfico e/ou mapa), que possibilitam ao leitor aprendizagens quanto à: (*i*) contextualização de um fenômeno geográfico com base em informações científicas; (*ii*) problematizações que possibilitam ampliar o assunto e realizar analogia com a realidade vivida; (*iii*) pensar e colocar em prática medidas de prevenção e segurança relacionadas ao risco, entre outras (Souza, 2020; Pereira *et al.*, 2023). Segundo Souza (2020, p. 670),

> A partir da concepção de "conhecimento poderoso", do conhecimento geográfico e das possibilidades no âmbito da Educação para a redução dos riscos de desastres (ERRD), é possível certificar que o conhecimento geográfico pode contribuir com a ERRD. O pensamento geográfico na interpretação de fenômenos e de territórios de riscos, na construção da cultura da prevenção, a partir da sensibilização e percepção da interação dos processos físico-naturais e sociais, constitui contribuição teórico-metodológica a ser considerada nas ações objetivas e aplicadas, em contextos diversos e, principalmente, no escolar.

A citação da autora faz referência ao potencial do conhecimento geográfico no contexto da ERRD e, para isso, ela apresenta e discute sobre a concepção e a produção do material do Boletim geográfico escolar relacionado à temática de riscos. Portanto, considerando a questão do tema riscos e mudanças climáticas desse livro, a seção seguinte trata especificamente do conteúdo e da comunicação dos riscos, com ênfase no boletim intitulado "Eventos climáticos extremos no Brasil", desenvolvido em dezembro de 2023, durante o projeto de Extensão Universitária "Conhecimentos e ações educativas para prevenção e redução de riscos ambientais, edição 2023"[8].

Boletim geográfico escolar – eventos climáticos extremos no Brasil

O Boletim geográfico escolar é concebido, inicialmente, como um material didático auxiliar aos professores da educação básica, especialmente os de Geografia no processo de ensino e aprendizagem escolar. Portanto, a base teórico-metodológica que fundamenta a sua composição, estrutura e conteúdo está diretamente ligada ao campo da educação,

à abordagem pedagógica histórico-crítica. Nessa perspectiva, durante a construção do Boletim geográfico escolar, são considerados temas socialmente relevantes, que podem e precisam ser discutidos na formação básica, independentemente de ocorrerem no currículo escolar e ou nos livros didáticos. Outros aspectos importantes referem-se à origem das informações, à inclusão de conhecimentos científicos e de conhecimentos produzidos por escolares – estudantes e ou professores. Somando a esses aspectos, verifica-se a possibilidade de se estabelecer um diálogo entre as questões trazidas pelo boletim geográfico escolar e as pessoas que têm acesso a ele.

Desse modo, a produção e a utilização do material se dão de modo imbricados. Ou seja, "o produto não se separa do ato de produção" (Saviani, 2021, p. 12). Os licenciandos, em processo de formação docente, "consomem" conhecimentos específicos e pedagógicos (Saviani, 2021), enquanto estão produzindo o material que será "consumido" por outros ao seu término, mas de modo que possam intervir e refletir com base em suas experiências refletidas no conteúdo comunicado no Boletim geográfico escolar.

Nesse sentido, a produção do Boletim geográfico escolar tem dupla finalidade no âmbito da educação para os riscos. Ele contribui com a formação inicial desses futuros professores, que precisam se apropriar do conhecimento culturalmente sistematizado, para produzir algo que será trabalhado por eles mesmos e pelos professores na educação básica. Dessas relações – produção/produto, produto/consumo e consumo/formação – questões relacionadas ao ensino, à comunicação e à aprendizagem de assuntos relacionados à questão dos riscos e desastres, especialmente, nesse caso, ao de riscos relacionados aos eventos climáticos extremos, são mobilizadas de maneira dinâmica e provocativas. Mas, também informativas e criativas.

Na concepção e produção do Boletim geográfico escolar, buscamos contribuir com a promoção da comunicação dialogada por meio do material elaborado, atentos à demanda social e pedagógica relacionada ao tema, agora discutida no campo do Ensino de Geografia. Isso significa considerar tanto a questão didática, quanto perguntas geográficas (Gomes, 2017), que compreendem a dimensão espacial, a consciência de onde os fatos e fenômenos acontecem – princípio da localização – e a do entendimento das causas e explicações de tais localizações, que envolve o princípio da conexão, da extensão do fenômeno e sua multiescalaridade espacial, conforme já discutido por Souza (2020) e Souza, Pereira e Giarola (2022).

Estes autores, ao fazerem referência às perguntas geográficas, discutidas por Gomes (2017), e a questão geográfica dos riscos, com base nas ideias de Veyret (2013), destacam que na "[...] perspectiva de localização e do porquê aí, como, quando o desastre ocorre, leva a pensar que "[...] o risco interroga necessariamente a Geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais (Veyret, 2013, p. 11)", (Souza; Pereira; Giarola, 2022, p. 179), uma vez que o risco é uma construção social e decorre da interação de processos social e natural materializados no espaço, em razão da forma e da condição socioeconômica e cultural de ocupação do solo e do relevo. Estes são concebidos no

ensino de Geografia como base físico-natural e componente do espaço geográfico. Nessa concepção, os riscos são entendidos como "uma nova perspectiva na percepção e análise dos espaços geográficos" (Mendonça, 2011, p. 115).

A abordagem geográfica pautada na ideia de pensamento geográfico e na educação para os riscos, presente na elaboração dos boletins, é bem discutida por Souza (2020) e por Souza, Pereira e Giarola (2022). Portanto, não será detalhada na seção seguinte, que traz, então, a discussão dos conteúdos e formato do boletim na perspectiva teórico-metodológica da comunicação, como interação, e do material como instrumental e normativo na comunicação de eventos climáticos extremos na educação básica. Esses aspectos teóricos e metodológicos encontram-se presentes nos textos (verbal e não verbal) que compõem o material.

Comunicação sobre eventos climáticos extremos no Brasil no Boletim geográfico escolar

A comunicação como um processo de interação social entre sujeitos pensantes traz para o diálogo conhecimentos construídos com base em experiências, vivências e por meio de conhecimentos científicos, que possibilitam 'comunicar conteúdo', conforme discutido por Paulo Freire (2002). Nesse sentido, o Boletim geográfico escolar, concebido inicialmente como material didático, é também um meio impresso de comunicação sobre riscos e prevenção, pois possibilita comunicar a respeito de riscos e desastres diversos, decorrentes de eventos climáticos extremos, que atingem diversos espaços e pessoas concomitantemente (estiagem severa na região norte e inundação na região sul, por exemplo). Nessa perspectiva metodológica de comunicação, o tema eventos climáticos extremos no Brasil é tratado na 11ª edição do Boletim geográfico escolar (Figura 1), publicado em dezembro de 2023 pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER).

A reflexão sobre a comunicação do evento climático extremo, os riscos e a prevenção ocorre com base no detalhamento e discussão de duas seções - *Conhecendo...* e *A voz da escola* - descritas e analisadas segundo a abordagem instrumental e normativa da comunicação, acompanhadas da perspectiva do pensamento geográfico. Ambas seções apresentam relação com os conteúdos das demais, conforme será abordado nos parágrafos a seguir[9].



Figura 1. Parte frontal do Boletim geográfico escolar (formato A4).

Seção *Conhecendo...*

Nessa seção, o boletim traz informações sobre a classificação dos eventos climáticos e meteorológicos, de acordo com o Observatório de Clima e Saúde da FioCruz. Isso significa a escolha de uma fonte de consulta confiável e respeitada no âmbito da ciência no Brasil. Desse modo, são apresentadas informações técnico-científicas sobre o assunto, que evidenciam os tipos de riscos climáticos e a origem destes. Eles podem ser de origem *hidrológica* (inundações bruscas e graduais, alagamentos, enchentes, deslizamentos); *geológicos* (processos erosivos, de movimentação de massa e deslizamentos); *meteorológicos* (raios, ciclones tropicais e extratropicais, tornados e vendavais); e *climatológicos* (estiagem e seca, queimadas e incêndios florestais, chuvas de granizo, geadas e ondas de frio e de calor), segundo o Observatório de Clima e Saúde da Fiocruz.

Essa informação contribui para associar processos, em grande maioria, naturais, (inundações, deslizamentos, ciclones, estiagens, e outros) às categorias de eventos dos quais estão relacionados e, assim, contribui para as pessoas entenderem os termos utilizados nos meios de comunicação de massa como TV, rádio, internet, entre outros, com essas classificações.

Há o comunicado de uma informação, que, se limitado a essa seção, pode ser entendido como um monólogo, em que há o emissor (produtores do material), a mensagem e o receptor (o leitor), um fluxo unidirecional. Para Paulo Freire (2002), no âmbito da educação, é uma mensagem e conteúdo depositado nos sujeitos, uma transferência de informação apenas. Por isso, a importância de se trazer questões que ajudem a ampliar o assunto, trazendo para as realidades vividas, de modo a instigar a curiosidade, o conhecimento de cada indivíduo, e o sentido social e político do tema, por meio de diálogos a serem estabelecidos. Esse processo pode ser desenvolvido por meio da seção 'A voz da escola', discutida no item seguinte.

Seção *A voz da escola*

Em outras edições do Boletim geográfico escolar, nessa seção, ocorrem questões e representações feitas pelos próprios estudantes e ou docente escolares, resultantes de práticas educativas desenvolvidas por graduandos do curso de Geografia, juntamente com o professor na sala de aula. Nessa edição do boletim, a seção 'A voz da escola' é composta por cinco perguntas – *A sua cidade ou bairro já sofreu algum dano ou desastre decorrente de algum desses eventos extremos*? *Se sim, quais foram as consequências desses eventos*? *Quais foram as medidas adotadas pelo governo municipal*? *Como as pessoas atingidas pelos eventos extremos se organizam para conviver com as consequências*? *Quais medidas de prevenção poderiam ser tomadas para que isso não ocorra novamente*? – elaboradas por graduandos, como estratégia para se estabelecer a conexão entre a seção anterior (Conhecendo...) e as seguintes. E ainda como estratégia para iniciar um diálogo com estudantes na escola básica, caso o material seja adotado como um recurso didático para se discutir sobre eventos climáticos e alguns casos no Brasil. No âmbito da educação para a redução dos riscos de desastres (ERRD), essas questões ajudam a identificar, comparar, refletir e propor medidas de prevenção, conforme sistematizado no Quadro 1.

Concomitantemente à discussão dos tipos de riscos, causas e consequências de eventos extremos climáticos e meteorológicos, são mobilizados pensamentos e raciocínios geográficos que consideram o princípio geográfico da localização, conexão, extensão, assim como o nível de exposição e de vulnerabilidade, na escala local, do indivíduo e de grupos locais e regionais.

Quadro 1. Análise das questões da Voz da escola e sua contribuição para a ERRD.

Problematizações	Contribuição para a ERRD	Contribuição pelo pensamento geográfico
A sua cidade ou bairro já sofreu algum dano ou desastre decorrente de algum desses eventos extremos?	Demanda entender os termos e aplicá-los na identificação de algum evento ocorrido em sua realidade vivida. Nesse caso, a aplicação de conceitos é um aspecto importante na ERRD.	Demanda identificar o tipo de evento por meio do uso do termo adequado, ou conceito. Compreende pensar na localização do evento ocorrido, seja na cidade ou no bairro, desse modo responder às questões: O quê? Onde?
Se sim, quais foram as consequências desses eventos?	Implica relacionar o fato ocorrido, suas características, extensão e impactos negativos sobre as pessoas, bens materiais e imateriais.	Compreende relacionar os processos, com sua abrangência espacial e seus impactos negativos, social e ambiental. Nesse caso, ocorre a interação entre evento, processos e efeitos no espaço e no tempo, demarcando assim a dimensão e extensão do fenômeno. Nesse caso, responde-se às questões: Quando? Como?
Quais foram as medidas adotadas pelo governo municipal?	Possibilita pensar no papel e função da gestão pública e o cumprimento de obrigações quanto à segurança e proteção da população, antes, durante e o pós evento. Nesse caso, cabem ações de melhoria nas condições e na infraestrutura urbana, na comunicação e alerta do evento e ou dos riscos pós evento e ações de recuperação e mitigação dos impactos social e ambiental, conforme é discutido por Marchezini *et al.* (2018) e Warner (2018).	Considerando que o risco é uma construção social e se dá na relação sociedade e natureza, as ações antrópicas contribuem para o nível de risco, em função do nível da vulnerabilidade social e ambiental. Portanto, a desigualdade econômica espacial e a maior exposição a processos perigosos são aspectos e condições que precisam estar na pauta da gestão pública, para que haja menor impacto diante de possíveis desastres. Nesse cenário, cabe pensar geograficamente sobre o porquê da ocorrência de determinadas áreas de risco com maior ou menor grau de risco e de evento danoso. Ou seja, pensar na organização espacial com sua diversidade, contradição e desigualdade, bem como nas relações sociais que se estabelecem nesses espaços e nas esferas da macroestrutura econômica e política, em grande parte responsável pelo arranjo espacial, marcado pelo uso e ocupação dos espaços (urbano, rural, industrial). Nesse sentido, cabem pensamentos sociopolíticos, que podem alimentar a discussão e o diálogo direcionado para a questão dos direitos sociais e a justiça ambiental. O pensamento geográfico, que mobiliza o princípio da localização, da consciência espacial e da conexão e explicação do porque aí, como discutido por Gomes (2015), constitui portanto um conhecimento poderoso, conforme comentado por Souza (2020) no âmbito da educação geográfica sobre os riscos.
Como as pessoas atingidas pelos eventos extremos se organizam para conviver com as consequências?	As realidades vividas ou observadas constituem experiências que podem ser mobilizadas em novas situações de riscos e ou de desastres. Nesse caso, as estratégias adotadas pela população, pessoas ou pequenos grupos ajudam na gestão dos riscos, considerando tanto a experiência quanto os conhecimentos demonstrados pela população, que podem ser considerados na comunicação das medidas de prevenção e segurança. Esse aspecto compreende a comunicação dialógica, defendida por diversos autores da comunicação e da educação, como Paulo Freire (2002), por exemplo.	
Quais medidas de prevenção poderiam ser tomadas para que isso não ocorra novamente?	A questão contribui para se pensar no processo do evento danoso, na sua ocorrência e distribuição espacial, bem como na exposição das pessoas e então nas medidas de prevenção, que podem ser relacionadas a alertas, a infraestrutura e equipamentos, a mobilização da população antes do evento e, em último caso, a mudança de moradia.	

Fonte: Elaboração dos autores (2024).

A ERRD envolve o entendimento e a problematização dos riscos, tendo em questão as causas, os efeitos e os possíveis impactos negativos para a sociedade, conforme já discutido por Selby e Kagawa (2012), Souza (2020), Matsuo (2023) entre outros autores. Nesse âmbito, a comunicação deve favorecer a discussão desses aspectos, podendo assim sensibilizar para os riscos que se correm e para a necessidade de se mobilizar socialmente e reivindicar outras formas de produção e consumo do espaço, como medida a médio e longo prazo. A curto prazo, e em caso de ocorrência de eventos e processos perigosos, pode-se adotar medidas de prevenção individual e coletiva diante do quadro socioespacial

de riscos já instalado. Nessa perspectiva, corrobora-se com a discussão de Lima *et al.* (2015, p. 77) ao destacarem que "parte-se do pressuposto de que a comunicação aqui referida é a base para que processos de mobilização e de articulação cidadã sejam desencadeados e fortalecidos".

Os aspectos e conteúdos comentados na terceira coluna do Quadro 1 – interação sociedade e natureza, intervenção antrópica sobre os componentes físico-naturais, os efeitos sobre a sociedade e atuação do Estado – referentes à contribuição à ERRD pelo pensamento geográfico, podem ser retomados com base nos exemplos de eventos climáticos extremos presentes no conteúdo das seções: "*Você Sabia?"* e "*Para pensar e discutir*".

A Figura 2 corresponde ao conteúdo verbal e não verbal presente no verso do Boletim geográfico escolar. Entre esses conteúdos, a seguir, são comentadas a seção "*Atenção na prevenção e segurança*" e a *charge* de Luiz Fernando Cazo. De acordo com o Boletim geográfico escolar, os eventos extremos estão cada vez mais recorrentes e fazem parte do nosso cotidiano. Por isso, a importância de se adotar medidas de prevenção e segurança para que as pessoas se protejam, uma vez que os eventos extremos são uma realidade na sociedade contemporânea, com a possibilidade de aumentar em frequência e magnitude nas próximas décadas, caso não ocorram mudanças significativas na relação de consumos dos recursos naturais e no sistema e cadeia de produção industrial.

O Boletim apresenta algumas medidas de prevenção para se proteger na escala do indivíduo, a saber: *instalação de sistemas de alerta de chuvas*, *evacuação rápida de locais perigosos* - quando ocorrer evento hidrológico extremo; *não entrar em contato com águas de alagamentos*; *ficar atento ao aparecimento de rachaduras em sua residência* - quando o evento for relacionado aos geológicos, como movimento de massa; *beber muita água em período de temperaturas elevadas e de longa estiagem* - quando se trata de eventos de seca ou estiagem prolongada; *proteger-se do sol e usar roupas leves e aprender sobre as causas e consequências dos eventos extremos* na vida das pessoas e principalmente na vida da população de comunidades mais vulneráveis e expostas aos efeitos dos eventos climáticos extremos – inundação, alagamento, deslizamentos, secas, queimadas, entre outros.



O segundo evento perceptível são as secas extremas na região amazônica, que se deve ao início precoce da estação seca, provocando uma estiagem extrema. Esta, por sua vez, leva à seca de rios importantes, aumento de queimadas e da temperatura (WWF, 2023). Na figura 3, podemos observar o leito seco do rio Solimões.

Fig. 3: Leito seco. Fonte: Folha de São Paulo, 2023.

Atenção na prevenção e segurança!

Os eventos extremos estão cada vez mais recorrentes e fazem parte do nosso cotidiano. A seguir, apresentaremos algumas medidas de prevenção e segurança para nos protegermos:

- Instalação de sistemas de alerta de chuvas
- Evacuação rápida de locais perigosos
- Não entrar em contato com águas de alagamentos
- Ficar atento ao aparecimento de rachaduras em sua residência
- Beber muita água em período de temperaturas elevadas e de longa estiagem
- Proteger-se do sol e usar roupas leves
- Aprender sobre as causas e consequências dos eventos extremos

Leia mais em: https://climaesaude.icict.fiocruz.br/eventos-extremos-0

Habilidades (BNCC –Geografia)

- (EF06GE13) Analisar consequências, vantagens e desvantagens das práticas humanas na dinâmica climática (ilha de calor etc.).
- (EF07GE09) Interpretar e elaborar mapas temáticos e históricos, inclusive utilizando tecnologias digitais, com informações demográficas e econômicas do Brasil (cartogramas), identificando padrões espaciais, regionalizações e analogias espaciais.
- (EF07GE10) Elaborar e interpretar gráficos de barras, gráficos de setores e histogramas, com base em dados socioeconômicos das regiões brasileiras.
- (EF08GE17) Analisar a segregação socioespacial em ambientes urbanos da América Latina, com atenção especial ao estudo de favelas, alagados e zona de riscos.

Charge

Discuta com seus colegas sobre a crítica presente na charge de Luiz Fernando Cazo. Elabore uma charge ou um desenho sobre o tema 'Eventos extremos no território brasileiro'.

AQUECIMENTO GLOBAL LEVA A CLIMA DE EXTREMOS...

O AQUECIMENTO GLOBAL NÃO EXISTE, É UMA MENTIRA INVENTADA PELA MÍDIA!

QUEM É ESSE?

É "O BESTA DO APOCALIPSE".

CAZO

Hora de brincar!

Editorial: Carla Juscélia, Lucas Giarola, Maria Clara Franco Sousa. **Diagramação**: Alícia Pereira. **Referências e fontes**: Matsuo, P. M. (2023). Muito além da chuva: práticas educativas na era dos desastres. Editor: RISCOS – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, ISBN Digital: 978-989-9053-17-5, Coimbra, 159 p. Seca história na Amazônia pode se agravar e bater recorde histórico.WWF, São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?86961/Seca-extrema-na-Amazonia-pode-se-agravar-e-bater-recorde historico#:~:text=Agravamento%20da%20seca%20em%20outubro,e%20agua%20em%20números%20localidades. Acesso em: 05/12/2023. Com eventos extremos, desastres afetaram 13% da população do país em um ano. UOL, 2023. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2023/09/06/desastres-eventos-extremos-atingem-12-da-populacao brasil.htm#:~:text=O%20ciclone%20extratropical%20que%20afetou,de%20Proteção%20e%20Defesa%20Civil.. Acesso em: 05/12/2023. Novo ciclone extratropical se forma esta semana e afeta o Sul do país. CNN Brasil, 2023. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/novo-ciclone- extratropical-se-forma-nesta-semana-e-afeta-sul-do-pais/. Acesso em: 05/12/2023. FioCruz -Impactos na saúde e caminhos para reduzir os danos dos desastres https://climaesaude.icict.fiocruz.br/eventos extremos-0. Acesso em:06/12/2023. **PROJETO DE EXTENSÃO**: Conhecimentos e Ações Educativas para Prevenção e Redução de Riscos Ambientais III - Coordenação: Profa. Dra. Carla Juscélia de O. Souza. **DEGEO/UFSJ.** Apoio: Pró-Reitoria de Extensão (PROEX). GEPEGER: https://gepeger.wixsite.com/gepeger ou pelo Facebook e Canal do **GEPEGER** no YouTube.

Figura 2. Verso e conteúdo do Boletim geográfico escolar.

O conhecimento sobre os eventos climáticos, suas causas, processos perigosos e efeitos sobre a sociedade constitui um dos pontos chave para a prevenção, conforme representado na *Charge* de Luiz Fernando Cazo. Na representação, o cartunista faz uma crítica à ignorância e ao descrédito dados à ciência por pessoas de diferente nível socioeconômico, que ignoram resultados de pesquisas e da ciência aplicada, ainda que a realidade vivida possa ser explicada por resultados científicos.

Outro aspecto importante do boletim refere-se à grande e forte estiagem ocorrida na região Norte, que levou à redução do volume de águas dos rios, como, por exemplo, o rio Solimões representado em uma fotografia aérea; enquanto na região Sul ocorriam diversos eventos decorrentes de ciclones extratropicais, que causam riscos de inundação e alagamentos, variando de baixo a alto risco, representados no mapa do Brasil. Esses exemplos reforçam as observações do Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba (2024), que destaca os eventos pronunciados, diversos e concomitantes em diferentes regiões.

A combinação do texto verbal e não verbal, do conteúdo informativo, provocativo e criativo apresenta a comunicação do tipo instrumental e normativo, com diversidade de linguagem – textual, imagética, cartográfica, gráfica – que favorece a interação social por meio do comunicado entre os sujeitos pensantes.

A fim de aferir a qualidade dessa comunicação do referido boletim, foi solicitado a 15 estudantes do terceiro período do curso de Geografia, em março de 2024, que lessem, analisassem e respondessem algumas questões sobre o material, referentes ao conteúdo abordado, à comunicação e à linguagem presentes no material sobre eventos climáticos extremos no Brasil. As respostas foram registradas em duplas, que puderam discutir cada seção e escrever suas considerações. Portanto, a resposta foi contabilizada como dois, com exceção de um formulário respondido por uma única pessoa, perfazendo um total de 15 pessoas, que corresponde a 100% de participantes da atividade,

Ao serem indagados se conheciam as informações disponibilizadas no material, 73,33% marcaram que sim e 26,67% indicaram que não. Os que indicaram não, citaram que algumas informações eles conheciam, outras mais específicas e alguns casos citados eram desconhecidos. Diferentemente a maioria disse conhecer o assunto por meio da mídia, da escola e das aulas na universidade.

Quanto à linguagem utilizada no material, 100% disse ser satisfatória, pois são de fácil compreensão, clara e objetiva, é diversificada quanto ao tipo de linguagem, o que desperta interesse pelo assunto e consequentemente pela reflexão. Para a sala de aula, a linguagem e a organização do assunto são didáticas e criativas, o que facilita na compreensão do conteúdo pelos estudantes.

Sobre as mensagens presentes no boletim, distribuídas em cada seção do boletim, 100% dos leitores (receptores) compreenderam as mensagens como concebidas pelos graduandos, durante a produção do material (emissores). Esse fato confirma as respostas anteriores que destacam que a linguagem é satisfatória, clara e objetiva, o que facilita a compreensão e interpretação do assunto. Ao serem indagados sobre o assunto/informação que consideram mais importante na composição do boletim, 66,67% indicaram a seção *Atenção na prevenção e na segurança*. A maioria (10 pessoas) considera que são informações necessárias para o dia a dia, ajudam na prevenção caso alguém esteja exposta a riscos relacionados aos eventos climáticos. Consideram uma prevenção e segurança na escala individual, mas que podem ser orientadas para outras pessoas. Outros 26,67% indicaram a seção *A voz da escola*, por considerarem que essa seção possibilita abordar o assunto na escala local, a refletir sobre a realidade e os eventos que ocorrem ao redor da moradia. A seção favorece verificar se o assunto é desenvolvido na escola e o conhecimento que os estudantes acumularam sobre o assunto, de acordo com as respostas apresentadas por eles. Em menor proporção, 6,66% indicaram como mais importante a seção *Você Sabia?,* pois traz novas informações que ajudam a compreender como o espaço geográfico, social e ambiental é afetado pelas mudanças climáticas.

Essas respostas evidenciam a qualidade do Boletim geográfico escolar quanto à organização, ao conteúdo, à possibilidade de interação e de comunicação das informações e conhecimentos que se deseja dialogar com estudantes na educação básica, de modo lúdico, interativo e com conteúdo científico. Além disso, há espaço para o diálogo e discussões com base nos saberes locais sobre eventos climáticos, prevenção e atuação do Estado.

Considerações finais

Defendemos a relevância dos conhecimentos geográficos articulados com a comunicação e a educação como elementos essenciais na promoção da redução dos riscos de desastres (RRD), em contexto de ação educativa por meio do Boletim geográfico escolar. No contexto das discussões sobre medidas preventivas, a comunicação e a educação são reconhecidas como processos fundamentais para mitigar os impactos dos desastres e para a compreensão dos eventos climáticos extremos no Brasil. A comunicação, nessa perspectiva, configura-se como um processo importante para a problematização da realidade socioespacial, enquanto o ensino da Geografia contribui para a compreensão da espacialidade dos riscos, ao analisar fenômenos, processos perigosos e vulnerabilidades em diferentes escalas temporais e espaciais, sob uma perspectiva do olhar geográfico.

A mobilização dos conhecimentos geográficos e de ações institucionais e sociais, tanto individuais quanto coletivas, torna-se fundamental para a construção de estratégias de redução dos riscos de desastres. Escolas, universidades e a sociedade podem colaborar, baseando-se em fundamentos científicos, em diálogo com as experiências e vivências do cotidiano, em específico de sujeitos escolares. A discussão sobre riscos, por meio da interseção entre RRD, Geografia e Educação, é reforçada no Boletim geográfico escolar, ao incorporar conceitos científicos essenciais para o estudo dos riscos e mobilizar uma reflexão crítica acerca do espaço geográfico, mobilizando categorias e conceitos próprios da ciência geográfica, em associação a problematizações presentes na realidade dos estudantes.

Considerando que a intencionalidade da educação geográfica consiste em contribuir para a formação de um modo de pensar pela Geografia (Cavalcanti, 2019), o Boletim geográfico escolar potencializa a análise da realidade dos estudantes, ampliando a possibilidade de um olhar geográfico sobre os riscos. Portanto, ao pensar nas espacialidades do risco socioambiental, especialmente em relação aos eventos extremos, é fundamental considerar uma educação que problematize a organização e produção do espaço geográfico, especificamente na espacialidade cotidiana dos estudantes. Nesse sentido, a educação geográfica constitui-se como um caminho possível para abordar o tema dos riscos socioambientais, construindo um olhar geográfico crítico.

O Boletim geográfico escolar é desenvolvido como um material pedagógico essencial para o ensino e a aprendizagem de temas relacionados aos riscos, fundamentados em conhecimentos geográficos e da realidade dos estudantes, estabelecendo diálogos por meio de charges e problematizações, com o uso de diferentes linguagens. Assim, o Boletim promove a problematização e engaja os jovens em processos de discussão, questionamento e reflexão. Essas atividades facilitam a compreensão dos processos, da origem dos fenômenos e de suas implicações, desafiando os alunos a incorporarem o conhecimento de forma que faça sentido em suas vidas cotidianas.

A comunicação e a informação desempenham um papel crucial nesse processo, proporcionando uma perspectiva crítica e dialógica, a fim de problematizar a realidade e a

promover o desenvolvimento de um pensamento geográfico entre os estudantes. Portanto, em um contexto de crescente preocupação com questões ambientais, torna-se crucial abordar essa temática nas escolas, embasando-se em conhecimentos científicos, didáticos e pedagógicos. Nesse processo, o Boletim contribui para a formação de cidadãos conscientes e preparados para lidar com os desafios socioambientais do mundo contemporâneo.

Notas

5 A comunicação envolve emissor, receptor, mensagem e meio – ocorre de diferentes modos, podendo não alcançar os seus objetivos.

6 Corroborando com essa ideia, Marandola (2009) considera que a **prevenção** - o que fazer para evitar os problemas -, a **mitigação** - para reduzi-los ou remediá-los - e a **adaptação** - relacionada ao que pode ser feito depois que o problema não pode mais ser evitado nem remediado - são etapas ou situações presentes e comuns no âmbito das discussões da gestão dos riscos.

7 O Boletim geográfico escolar é um material produzido por graduandos e mestrandos em Geografia, na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), no âmbito das atividades de estudo, pesquisa e extensão do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER). O material está disponível para *download* no endereço: <https://gepeger.wixsite.com/gepeger>.

8 Projeto de Extensão Universitária desenvolvido no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia, Educação e Riscos (GEPEGER), na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Minas Gerais, Brasil.

9 É importante ressaltar que essa ordem não compreende uma sequência a ser seguida nos trabalhos escolares. Cabe ao professor e professora definir e escolher o caminho que almejam realizar com os seus estudantes, atentos aos aspectos que cada seção possibilita construir – conceito, procedimento, valores e ou habilidades – na sala de aula e ou na comunidade escolar da qual fazem parte.

Referências

BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco**: ruma a uma outra modernidade. Ed. 34. São Paulo, 2010.

BRAGA, J. L. Constituição do campo da comunicação. **Revista Verso e Reverso**, 25(58), 2011, p. 62-77.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 8 abr. 2024.

FIOCRUZ. **Impactos na saúde e caminhos para reduzir os danos de desastres**. Observatório de Clima e Saúde - FioCruz, 2022. Disponível em: <https://climaesaude.icict.fiocruz.br/eventos-extremos-0>. Acesso em: 08 abr. 2024.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 12ª ed. - Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2002.

LIMA, M. Del V. JUNIOR, P. da S.; LOOSE, E. B.; MEI, D. S.; SCHNEIDER, T. C.; DUARTE, V. S. A comunicação ambiental e suas potencialidades no enfrentamento dos dilemas socioambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 34, 2015, p. 75-84.

MARANDOLA Jr., E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, D.; MARANDOLA Jr., E. (Org.). **População e mudança climática**: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População (Nepo)/Unicamp; Brasília: UNFPA, p.29-52, 2009.

MARCHEZINI, V. et al. O que são eventos extremos? Uma reflexão sobre as diferentes perspectivas do termo. **Revista Climacom Cultura Científica**, v. 10, n. 25, 2023.

MARCHEZINI, V.; MUÑOZ, V. A.; TRAJBER, R. Vulnerabilidade Escolar frente a Desastres no Brasil. **Territorium**, Coimbra, v. 25, n. 2, p. 161-177, 2018. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_25-2_13>. Acesso em: 13 mar. 2024.

MARTIN-BARBERO, J. **Dos meios às mediações**: comunicação, cultura e hegemonia. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.

MATSUO, P. M. **Muito além da chuva**: práticas educativas na era dos desastres. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2023. Disponível em: <https://www.riscos.pt/wp-content/uploads/2018/Outras_Pub/outros_livros/PEED/eBook_Praticas-Escolares-de-ERR.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Em 2023 Cemaden registrou maior número de ocorrências de desastres no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/01/em-2023-Cemaden-registrou-maior-numero-de-ocorrencias-de-desastres-no-brasil>. Acesso em 08 abr. 2024.

MENDONÇA, F. Geografia, Geografia Física e Meio Ambiental: uma reflexão a partir da problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 5, 2009, p.123 - 134.

PAINEL DE MUDANCAS CLIMATICAS. **Eventos extremos:** Mudanças climáticas diminuem ocorrências dos tradicionais "natais brancos" no hemisfério norte. Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba, 2024. Disponível em: <https://paineldemudancasclimaticas.org.br/noticia/eventos-extremos#:~:text=Os%20eventos%20extremos%20s%C3%A3o%20fen%C3%B4menos,impactos%20significativos%20em%20diversas%20%C3%A1reas>. Acesso em: 08 abr. 2024.

PEREIRA, A. de O. M.; GIAROLA, L. L.; SOUZA, C. J. de O. Contribuições da Geografia para o ensino dos riscos: boletins geográficos escolares. *In:* SOUZA, C. J. de O.; LOURENÇO, L. (Org.). **Contribuições da Geografia para o ensino dos riscos**.

Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2023, p. 179-201. Disponível em: <http://monographs.uc.pt/iuc/catalog/book/359>. Acesso em: 02 abr. 2024.

SELBY, D.; KAGAWA, F. **Disaster Risk Reduction in School Curricula**: case studies from thirty countries. Genebra: UNESCO; UNICEF, 2012.

SORIANO, E.; HOFFAMANN, W. A. M. A informação e o conhecimento no contexto da comunicação dos riscos de desastres naturais. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.37, v.1, p.110-123, jan./jul. 2015.

SOUZA, C. J. O. Contribuição do conhecimento geográfico para a redução do risco de desastres (RRD): conhecimentos, experiências e ações. *In:* MAGNONI JUNIOR, L. *et al.* (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, v. 1, 2020, p. 659-678. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020-38.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

SOUZA, C. J. O.; PEREIRA, A. O. M.; GIAROLA, L. L. Risco socioambiental e ensino de Geografia: relação teoria-prática e discussão no contexto da formação docente. In: MAGNONI JUNIOR, L. *et al.* (Org.). **Ensino de Geografia e Redução de Riscos**. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, v. 1, 2022, p. 175 - 195. Disponível em: < https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/EGRR2022/EGRR-2022-08.pdf>.

SULAIMAN, S. N. Ação e reflexão: educar para uma cultura preventiva. *In:* SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R. (Org.) **Melhor prevenir** - olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEF - USP, 2018, p. 12-22. Disponível em: <https://www.iee.usp.br/sites/default/files/anexospublicacao/publicacao-MelhorPrevenir_ebook2.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

VALENCIO, N. F. L. da S. Vivência de um desastre: uma análise sociológica das dimensões políticas e psicossociais envolvidas no colapso de barragens. In: VALENCIO, N.F L. da; SIENA, M.; MARCHEZINI, V; GONÇALVES, J. C. (Orgs.). **Sociologia dos Desastres**: construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: RiMa, 2009, v. 1, p. 160-175, v. 1, p. 176-196.

WARNER, J. Laços invisíveis: cultura e redução de desastres. *In:* SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R. (Org.) **Melhor prevenir** - olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEF - USP, 2018, p. 12-22. Disponível em: https://www.iee.usp.br/sites/default/files/anexospublicacao/publicacao-MelhorPrevenir_ebook2.pdf. Acesso em: 02 abr. 2024.

WOLTON, D. **Pensar a comunicação**. Brasília: Editora da UnB, 2004.

CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO, NA METEOROLOGIA FÍSICA E DINÂMICA: PREPARAÇÃO DE PRÁTICAS LETIVAS EFICAZES

CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE, IN PHYSICAL AND DYNAMIC METEOROLOGY: PREPARATION OF EFFECTIVE TEACHING PRACTICES

CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, EN METEOROLOGÍA FÍSICA Y DINÁMICA: PREPARACIÓN DE PRÁCTICAS DOCENTES EFECTIVAS

CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES, EN MÉTÉOROLOGIE PHYSIQUE ET DYNAMIQUE : PRÉPARATION DE PRATIQUES PÉDAGOGIQUES EFFICACES

Carla Sofia Vigário[1]
Inês Lucas de Sousa[2]
Bárbara Ricou Carreiro[3]

1 Jardim-Escola João de Deus de Ponta Delgada, ilha de São Miguel – Arquipélago dos Açores. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0291-209X . E-mail: carlasofia213@gmail.com.
2 Jardim-Escola João de Deus de Ponta Delgada, ilha de São Miguel – Arquipélago dos Açores. ORCID: https://orcid.org/0009-0008-6081-7553. E-mail: ines.lsousa@gmail.com.
3 Jardim-Escola João de Deus de Ponta Delgada, ilha de São Miguel – Arquipélago dos Açores. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-8512-5143. E-mail: barbara.rt.carreiro@edu.azores.gov.pt.

Introdução

A Meteorologia Física e a Meteorologia Dinâmica permitem explicar muito do que potencia as alterações climáticas, o aquecimento global, a sustentabilidade e as alterações de ecossistemas (Holton, 2004; Ahrens; Henson, 2019).

A Revolução Industrial, a partir de 1760, favoreceu o desenvolvimento da indústria e uma produção em massa, com um impacto no meio ambiente que desencadeou as alterações climáticas. A queima de combustíveis fósseis para amortizar a procura de energia contribuiu para o aumento de emissões de gases com efeito de estufa, nomeadamente o dióxido de carbono. A qualidade do ar, a água, o solo, a saúde pública, a floresta e a biodiversidade, em muitas regiões, foram afetados e caminha-se para a falência de ecossistemas se não forem tomadas decisões sociais e políticas.

A sustentabilidade dos ecossistemas está em perigo e os ambientes térmicos passaram a ser castigados por fenómenos extremos, numa cadência anormal. Também o ciclo da água passou a estar afetado por suscitar desequilíbrios não previstos pelo ser humano, provocando inundações e deslizamentos de terras.

Atualmente, a corrida para fontes de energia renováveis parece não ser suficiente, dado que, atualmente, cerca de 80% da energia mundialmente consumida é obtida através de combustíveis fosseis. No geral, há países com boa implantação de fontes renováveis de energia.

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas) divulgou recentemente uma excelente contribuição, no seu relatório AR6 (https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/). O documento não apresenta dúvidas de que estão a ser observadas alterações no clima do planeta em todas as regiões e que a subida do nível médio das águas dos oceanos é irreversível. Fenómenos extremos passaram a ser frequentes, impulsionados pela emissão de gases de efeito de estufa. O relatório mostra cinco novos cenários de emissões de gases de efeito estufa para o período 2015-2100 e as suas consequências, indicando dois cenários mais otimistas, um cenário intermediário e dois cenários mais pessimistas (IPCC, 2020; IPCC, 2021; IPCC, 2023).

A humanidade é, hoje, confrontada com esta realidade e passa a ter, como convivência habitual, a ocorrência de fenómenos extremos. Nestes, podem ser destacadas as ondas de calor, as secas, a falência de ecossistemas, as inundações, os deslizamentos de terras, a ação rebelde das marés vivas, mas também a angústia de pessoas que nada podem fazer contra as forças da natureza quando o fluir das águas leva a que estas registem elevada velocidade e uma tensão de corte assustadora, acabando por destruir pontes, estradas, edifícios e outros.

É, também, assumido cientificamente que os gases com efeito de estufa passaram a dominar um elo de poluição, com consequências nefastas para o efeito de estufa natural. Este permitia a vida dos seres vivos saudável no nosso planeta Terra. O novo efeito de estufa, gerado por uma camada de gases que se forma acima da superfície terrestre, impede

que a energia intersetada, absorvida e refletida pela superfície da Terra seja devolvida livremente para o espaço.

Neste capítulo, serão apresentadas as bases teóricas e práticas para implementar, numa escola, uma dinâmica de motivação de aprendizagem eficaz favorável a que os alunos construam conhecimento científico e passem a demonstrar respeito pela natureza.

A ilha de São Miguel – algumas das suas características físicas

A ilha de São Miguel, situada no grupo oriental do Arquipélago dos Açores (Portugal), de acordo com a Köppen-Geiger, que corresponde à última revisão de Köppen em 1936, regista um clima classificado como Csb e apresenta um clima temperado com verão seco e suave. O verão tem muito menos pluviosidade do que o inverno. A temperatura média anual registada em Ponta Delgada é de cerca de 17°C e a precipitação anual **é** de aproximadamente 1010mm. Os resultados obtidos pela cartografia, para esta classificação climática, permitem confirmar que o clima é temperado, do tipo C, verificando-se o Subtipo Cs, clima temperado com verão seco (https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/).

A variabilidade do estado do tempo está, em muito, associada às oscilações em latitude do Anticiclone dos Açores e das perturbações da Frente Polar. A conjugação da insularidade, do relevo, que de uma maneira geral é bastante acidentado e vigoroso, e a corrente do golfo do México são fatores que determinam as características do clima temperado marítimo açoriano.

Na ilha de São Miguel existe um vasto conjunto de emissões naturais associadas às manifestações vulcânicas nas Furnas, algumas delas com potencial impacto na saúde pública e no clima da região. O índice de qualidade do ar é uma ferramenta que permite a sua própria classificação simples e compreensível. São cinco os poluentes englobados no índice de qualidade do ar, a saber: medidos segundo a média horária o dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e o ozono (O_3); medidas, segundo a média diária, as partículas inaláveis ou finas, cujo diâmetro médio é inferior a 10μm (PM10) e medido, segundo a média registada durante 8h consecutivas, o monóxido de carbono (CO).

De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente – Índice da Qualidade do Ar (IQar), são mencionadas condições meteorológicas normalmente associadas ao ar que respiramos e que pode afetar a saúde das populações e, principalmente, dos grupos sensíveis cuja capacidade respiratória se encontre em formação ou debilitada, nomeadamente, crianças, idosos e doentes asmáticos. (https://qualar.apambiente.pt/en/indices).

Os gases vulcânicos incluem vapor de água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), ácido sulfídrico (H_2S), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido clorídrico (HCl) e ácido fluorídrico (HF), os quais, em certas condições, podem constituir uma importante ameaça para a população, em especial para aquela com problemas respiratórios e de coração (Coch, 1995).

Uma vez que os gases vulcânicos se diluem rapidamente na atmosfera pela ação do vento, fazendo com que os teores observados sejam inferiores ao nível de toxicidade crítica, os principais danos causados por estes localizam-se, em geral, próximo das bocas eruptivas e nos campos fumarólicos (Ortiz; Araña, 1996).

No Vale das Furnas, encontram-se líquenes foliáceos, fruticulosos e crustosos, todos eles na casca das árvores de Cryptomeria japónica, que circundam a Lagoa das Furnas, inclusivamente nas árvores que se encontram na proximidade dos geiseres. ARIC (2008) indicou valores para uma concentração máxima de dióxido de enxofre que os líquenes observados no Vale das Furnas podem "consentir".

Como avaliar um ambiente térmico, a sensação térmica e o vestuário

Conhecer o ambiente térmico que suscita a sensação térmica do ser humano é uma contribuição para que possam ser adotadas estratégias de prevenção. Conhecer como os parâmetros meteorológicos se interligam é fundamental. O IPCC (2023), no seu relatório, mostra que a problemática das alterações climáticas, do aquecimento global e cenários de novos ecossistemas são motivos que deverão levar a que sejam tomadas estratégias de proteção e de defesa da agressividade da natureza que, através da sua energia alterada ,favorece a implementação de fenómenos extremos alicerçados nas forças naturais dominantes, que estão a provocar angústia por causarem destruição do bem-estar do ser humano e promoverem catástrofes e riscos para a sobrevivência.

É sabido que o ciclo solar diurno afeta o metabolismo do ser humano e as suas trocas de energia sob a forma de calor por radiação, por convecção, por condução e por evaporação. A água é essencial para a vida e é possível conhecer a quantidade de água que se encontra no ar húmido, no estado de vapor de água. Consideramos que é a temperatura do ponto de orvalho que condiciona a vida dos seres vivos do planeta Terra.

Apresentam-se exemplos para potenciar práticas letivas inovadoras e motivadoras.

Tolerância do ser humano a um ambiente térmico

Com base na teoria da meteorologia física e termodinâmica da atmosfera (Iribarne e Cho, 1980; Iribarne e Godson; 1981; Ahrens, 2007), é possível aceitar que a humidade relativa do ar é calculada pelo quociente entre a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho [$e_s(T_0)$] e a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ar [$e_s(T)$].

Numa sala, usando um termohigrómetro digital, registou-se a temperatura do ar (30,0 ºC), a temperatura do ponto de orvalho (10,9 ºC), a temperatura termómetro húmido (18,8 ºC) e humidade relativa do ar (30,0%).

A massa volúmica de vapor de água é obtida usando o melhor indicador denominado temperatura do ponto de orvalho, por aplicação da equação de estado $e_s(T_0) = \rho_w R_w T_0$, com $e_s(T_0) = 13{,}07\text{hPa}$ e $R_w = 461\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ (Ahrens, 2012; Ahrens; Henson, 2019).

A massa volúmica do vapor de água de 9,98g/m^3, significa fisicamente a presença de uma massa de vapor de água de 9,98g por cada m^3 de ar húmido.

Para a análise do tipo de ambiente térmico aplicou-se o índice EsConTer (Talaia; Simões, 2009; Morgado *et al*., 2015) baseado na sétima escala da ASHRAE (ASHRAE, 2004), e calculado pela eq. (1)

$$EsConTer = - 3,75 + 0,103\times(T + Tw) \quad (1)$$

em que T representa a temperatura do ar (ºC) e T_w a temperatura do termómetro húmido (ºC).

O índice EsConTer na gama de valores -3 a +3 permite mostrar a sensação térmica de um ambiente térmico de muito frio a muito quente.

O índice EsConTer previsto e calculado indica um valor de 1,28. Sugere um ambiente ligeiramente quente a tender para quente. Sugere que se adote algum tipo de estratégia de prevenção.

Para prever a satisfação do ser humano no ambiente térmico aplicou-se o índice PPD (Talaia; Silva, 2015), percentagem de pessoas insatisfeitas (ISO 7730, 2005) em que na sua expressão original o índice de voto médio previsto foi substituído pelo índice EsConTer, resultando

$$PPD = 100 – 95\times2,718\text{^}[- (0,03353\times EsConTer^4 + 0,2179\times EsConTer^2)] \quad (2)$$

A análise da eq. (2) mostra que é impossível obter num ambiente térmico uma combinação das variáveis meteorológicas e pessoais que satisfaça plenamente todos os seres humanos de um grande grupo, dado que o valor do índice PPD nunca será inferior a 5%. Para a sala, o valor previsto de insatisfeitos registou cerca de 39%.

Para prever o Isolamento Térmico do Vestuário (ITV), em unidades de clo (Talaia, 2021), e para uma atividade sedentária (escritório, moradia, escola, laboratório) com um metabolismo de 70W.m^{-2} ou 1,2met, aplica-se a expressão, ITV = – 0,7418×EsConTer – 0,3250 + 0,0764T_w (3) O ITV permite obter o valor de 0,16. Se consultarmos tabelas de peças de vestuário (ISO 7730, 2005), chegamos à conclusão de que este valor indica calções e cueca. *Nestes termos, que dizer do vestuário de bombeiros que enfrentam a frente de um incêndio florestal com meios sapadores*?

O exemplo mostra como se podem conhecer fatores que influenciam a parte física e psicológica do ser humano num Ambiente Térmico, permitindo a tomada de estratégias de prevenção e de proteção de saúde.

O processo de condensação de vapor de água, num ambiente térmico, com uma humidade relativa alta usando um desumidificador

A questão problema que se coloca tem de ver, por exemplo, para um ambiente que não potencie a proliferação de bolores ou ácaros, ou seja, na proteção de doença DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica), nomeadamente a asma.

Toma-se um exemplo prático e real: há necessidade de diminuir a humidade relativa do ar, num compartimento com um volume de ar húmido de cerca de 30m^3, usando um desumidificador de modo a garantir um ambiente confortável, com uma temperatura do ar entre 20 ºC a 22 ºC e uma humidade relativa do ar de cerca de 50%. A experiência obriga, no início da recolha de dados, a garantir que o reservatório do desumidificador esteja vazio. É, então, registada a humidade relativa do ar (92,0%), a temperatura do ar (21,2 ºC), a temperatura do termómetro húmido (20,3 ºC) e a temperatura do ponto de orvalho (19,9 ºC) usando o equipamento digital Center 317 (Figura 1).

Com base em tabela de valores para pressões parciais de saturação do vapor de água, obtém-se $e_s(T=21,2) = 25,51hPa$ e $e_s(T_0=19,9) = 23,47hPa$. A massa volúmica inicial de vapor de água contida no ar húmido é calculada usando a equação de estado $e_s(T_0) = \rho_w R_w T_0$, ou seja, $\rho_{w\_inicial} = 17,37g/m^3$.

Algum tempo depois, cerca de 130min, o ambiente térmico apresentava as seguintes caraterísticas registadas no Center 317 (fig.1), humidade relativa do ar (54,5%), temperatura do ar (22,7 ºC), a temperatura do termómetro húmido (17,1 ºC) e a temperatura do ponto de orvalho (13,2 ºC) e o painel do desumidificador (Figura 1) registava uma humidade relativa do ar 53% e temperatura do ar 24 ºC.



Figura 1. Registo de dados no termohigrómetro digital e no desumidificador.

Os valores de cada instrumento de medida estavam muito próximos, o que validou a sua leitura, com um erro relativo para a humidade relativa do ar e a temperatura do ar de 2,8% e 5,7%, respetivamente.

Desligaram-se os aparelhos e mediu-se o volume de água recolhida no reservatório do desumidificador que funcionou na velocidade mais alta.

O valor determinado de $e_s(T_0=13,2) = 15,27hPa$ permite conhecer a massa volúmica final de vapor de água contida no ar húmido, usando a equação de estado, vindo $\rho_{w\_final} = 11,56g/m^3$.

A diferença entre as massas volúmicas inicial e final permite conhecer a quantidade de água que foi processada pela condensação do vapor de água, ou seja, $5,81g/m^3$. O espaço regista um volume de ar húmido de cerca de $30m^3$, o que determina uma massa de água a recolher de cerca de 175g. O desumidificador retirou uma massa de água de cerca de 230g. Esta quantidade de água é superior à prevista, o que sugere que o desumidificador estava a funcionar com eficiência energética. No entanto, o facto de a quantidade de água ser superior ao previsto pode justificar-se por se ter aberto a porta durante o processo de utilização.

Procurou-se conhecer a sensação térmica, o vestuário a usar e a satisfação do local, para o local investigado

A sensação térmica real registou o valor +0,5 na escala de cores (entre -3 a +3) desenvolvida por Talaia e Rodrigues (2008). A sensação térmica prevista pelo índice EsConTer (eq. 1) para o mesmo ambiente térmico foi de 0,35, o que mostra que a sensação térmica real está muito próxima da prevista, conferindo ser um ambiente térmico confortável.

A quantidade de vestuário usado em unidades Clo registou um valor de 0,65Clo. O índice ITV (expressão 3) prevê para o ambiente térmico um valor de 0,72Clo, o que permite concluir, que o vestuário usado está em concordância com a sensação térmica.

Foi medida, também, a insatisfação para o local e o índice PPD (expressão 2) indica um valor de insatisfeitos de 7,5%. De salientar que a norma ISO 7730 (2005) mostra que para qualquer tipo de ambiente térmico há sempre um número mínimo de 5% de insatisfeitos. Esta previsão tem em conta os fatores físicos, emocionais e psicológicos do ser humano.

Interpretação física de uma massa de ar, no tempo, através da temperatura do ponto de orvalho

Será simulada a formação de orvalho a partir de uma temperatura mínima de uma superfície inferior à temperatura do ponto de orvalho do ar húmido. As condições atmosféricas, para o orvalho ser observado, passam por uma noite de céu limpo, ausência de nuvens e ausência de vento (ou muito fraco). Nestas circunstâncias, ao amanhecer, podem ser observadas folhas de ervas cobertas com vapor de água condensado que permite hidratar e alimentar a planta (Figura 2).



Figura 2. Gotas de orvalho, no amanhecer.

É a temperatura mínima que uma superfície regista, antes do "nascer" do Sol, que pode favorecer a formação de orvalho se houver condições atmosféricas apropriadas. Se a temperatura do ar estiver próxima da temperatura do ponto de orvalho, e se a temperatura mínima for muito inferior, o vapor de água condensado é tanto maior quanto maior for a diferença entre a temperatura do ponto de orvalho do ar húmido e da temperatura mínima da superfície.

Interpretação da massa de ar (pacote de ar) em termos de massa volúmica de vapor de água

Registaram-se, para a ilha de São Miguel, Ponta Delgada, Arquipélago dos Açores e para os dias 17 e 18 de novembro de 2023, os valores indicados na Tabela 1, nomeadamente temperatura do ar (T), humidade relativa do ar (HR) e temperatura do ponto de orvalho (T_0).

Tabela 1. Parâmetros meteorológicos, no tempo.

dia	hora	T (º)	HR (%)	T_0 (ºC)	$e_s(T_0)$ (hPa)	ρ_w (g/m³)
17/11	22	19	89	17,2	19,76	14,77
18/11	01	18	81	14,7	16,88	12,72
18/11	04	18	86	15,7	17,92	13,46
18/11	07	17	88	15,0	17,19	12,94
18/11	10	19	80	15,5	17,77	13,35
18/11	13	19	78	15,1	17,32	13,03
18/11	16	19	77	14,9	17,10	12,88
18/11	19	18	81	14,7	16,88	12,72
18/11	22	18	82	14,9	17,08	12,86

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme mostra a Tabela 1, a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho e a massa volúmica do vapor de água foram determinadas, usando tabelas de pressão de saturação de vapor de água e a equação de estado aplicada ao vapor de água.

Por exemplo, entre as 22h00 do dia 17 de novembro e a 01h00 do dia 18 de novembro, há uma diminuição da quantidade de vapor de água na atmosfera. A diferença de 2,05g/m^3 de massa de vapor de água condensada pode ter provocado o aumento da quantidade de gotas de água na massa de ar da atmosfera ou, em alternativa, devido ao seu movimento, ter entrado uma nova massa de ar com características físicas diferentes. Se considerarmos que a massa de ar às 22h00 do dia 17 de novembro se mantém contante e confinada a um espaço, temos indícios de um exemplo de aplicação de um desumidificador que retirou uma quantidade de água de 2,05 gramas por cada metro cúbico.

O valor da massa volúmica às 04h00 indica que há um aumento da quantidade de vapor de água. Sugere uma massa de ar que se movimentava com maior quantidade de água no estado de vapor de água de 13,46g/m^3 ou, em alternativa, o valor indicado às 01h00 sugere uma humidificação do ar húmido em 0,74g/m^3. O mesmo raciocínio é seguido para os restantes valores da tabela.

Se for considerada uma temperatura mínima para o dia 18 de novembro de 5 ºC, é possível determinar a quantidade de vapor condensado, por exemplo, nas folhas de plantas. Os dados para as 07h00 da manhã do dia 18 de novembro são T = 17 ºC e HR = 88%, com T_0 = 15,0 ºC e $\rho_{w\_inicial}$ = 12,94g/m^3. O valor máximo de vapor de água por metro cúbico para a temperatura mínima de 5 ºC da superfície das folhas de plantas é de ρ_{w_final} = 6,80g/m^3. Assim, o vapor de água que foi obrigado a condensar será de 6,14g/m^3 sobre as superfícies. Esta quantidade de água apresenta-se, muitas vezes, como gotas de orvalho a escorrer nas folhas (Figura 2).

Interpretação da massa de ar registrada para a mesma hora e para uma sequência de dias

Registaram-se para os dias 18, 19 e 20 de novembro de 2023, os valores indicados na Tabela 2, nomeadamente temperatura do ar (T), humidade relativa do ar (HR) e temperatura do ponto de orvalho (T_0).

Tabela 2. Parâmetros meteorológicos numa sequência de dias.

dia	hora	T (º)	HR (%)	T_0 (ºC)	$e_s(T_0)$ (hPa)	ρ_w (g/m^3)
18/11	07	17	88	15,0	17,19	12,94
19/11	07	17	70	11,6	13,69	10,42
20/11	07	16	91	14,6	16,67	12,57

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A observação da coluna à direita (Tabela 2) indica que se a massa de ar do dia 18 de novembro de 2023 fosse isolada, haveria formação de gotículas de água entre o dia 18 e 19 de novembro, de 2,52g/m^3, e que, para o dia 20 de novembro, muitas dessas gotículas de água voltariam a evaporar (cujo valor seria de 2,15g/m^3). Se a massa de ar, como acontece na realidade, estivesse em movimento, a temperatura do ponto de orvalho seria diferente, definindo as características dessa massa de ar. De salientar que uma massa de ar não saturada, em movimento, ascende através da linha da adiabática não saturada até a temperatura do ar diminuir até atingir a temperatura do ponto de orvalho. A partir deste nível isobárico, a massa de ar ascende através da linha da adiabática saturada (no interior da nuvem), podendo ocorrer um processo reversível ou irreversível (quando há perda de vapor de água condensado na forma de precipitação. É a linha da adiabática saturada que define as características de uma massa de ar e é considerado o melhor indicador para interpretar a diferença entre massas de ar.

Interpretação física da diferença na formação de nevoeiro

A ilha de São Miguel é condicionada pela formação de nevoeiros devida as condições do tempo atmosférico, como mostra a Figura 3.



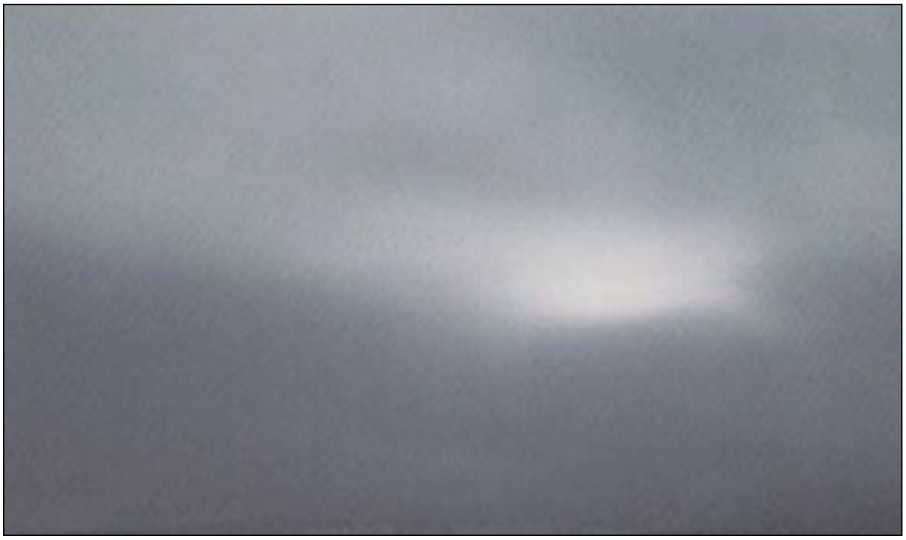
Fonte: <https://www.flickr.com/photos/24133261@N00/6974914768/>.

Figura 3. Nevoeiro.

O nevoeiro não é mais do que uma nuvem que se forma ao nível do solo e pode formar-se por diferentes causas. No geral, para se formar nevoeiro, é necessário que uma camada ou massa de ar junto ao solo possa atingir condições para se registar condensação de vapor de água. Assim, o vapor de água, ao condensar nos aerossóis existentes, forma minúsculas gotículas de água que ficam suspensas no ar. As gotículas de água do nevoeiro podem ter dimensões idênticas às das nuvens.

As condições atmosféricas para a formação do nevoeiro passam por um ar calmo, mas não completamente imóvel. A presença de intenso vento pode deslocar o nevoeiro e, se este ascender em altitude, pode dar origem a um tipo de nuvem denominada estrato (Ahrens, 2007; Ahrens; Henson, 2019). Estratos são nuvens baixas que se podem formar a cerca de 400m de altitude e possuem cor acinzentada (Figura 4). Têm normalmente espessura vertical reduzida e, geralmente, cobrem o céu na sua totalidade. Se não existir vento, ou se este for muito fraco, os estratos podem baixar até ao solo, originando nevoeiro. Os estratos são constituídos por gotículas de água e, no geral, não produzem precipitação.

Na meteorologia, o nevoeiro apresenta uma visibilidade horizontal inferior a 1km. Considera-se nevoeiro "espesso" quando a visibilidade horizontal é inferior a 200m. Se a visibilidade horizontal no solo é superior a 1km, denomina-se neblina.



Fonte: <https://www.imn.ac.cr/33>.

Figura 4. Estrato.

Diferentes tipos de nevoeiro

Na atmosfera há diferentes tipos de nevoeiro (Iribarne; Cho, 1980; Ahrens; Henson, 2019), que se formam por diferentes processos. Neste trabalho, por ser oportuno, apresentam-se diferentes nevoeiros, nomeadamente de radiação, de advecção, orográfico, de evaporação e de precipitação.

Nevoeiro de radiação

Este nevoeiro forma-se, geralmente, nos vales e nas terras baixas e é gerado a partir do arrefecimento de ar húmido, quando o solo perde energia sob a forma de calor (necessita de céu limpo) e atinge a saturação (Figura 5). Ocorre, frequentemente, em noites de outono e inverno.



Fonte: <https://observar.ipma.pt/relatos/nevoeiro-de-radiacao-2/>.

Figura 5. Nevoeiro de radiação.

Se o ar estiver completamente imóvel, forma-se apenas uma estreita camada de nevoeiro junto à superfície

Nevoeiro de advecção

Este nevoeiro é, geralmente, formado quando uma massa de ar quente e húmida encontra uma superfície fria. Assim, o ar húmido, ao entrar em contacto com uma superfície mais fria, como a água do mar, irá facilitar a condensação do vapor de água. O termo advecção significa movimento horizontal (Figura 6). Este tipo de nevoeiro é frequente nas manhãs de verão, na costa portuguesa, quando o ar húmido e quente, próximo da saturação, entra em contacto com a superfície da água mais fria e arrefece. Se a temperatura atingida for inferior à temperatura do ponto de orvalho, ocorre condensação de vapor de água e forma-se nevoeiro de advecção. No inverno, a formação deste tipo de nevoeiro na costa portuguesa, na maioria das vezes, não ocorre, pois, a temperatura da água é frequentemente superior à temperatura do ar.

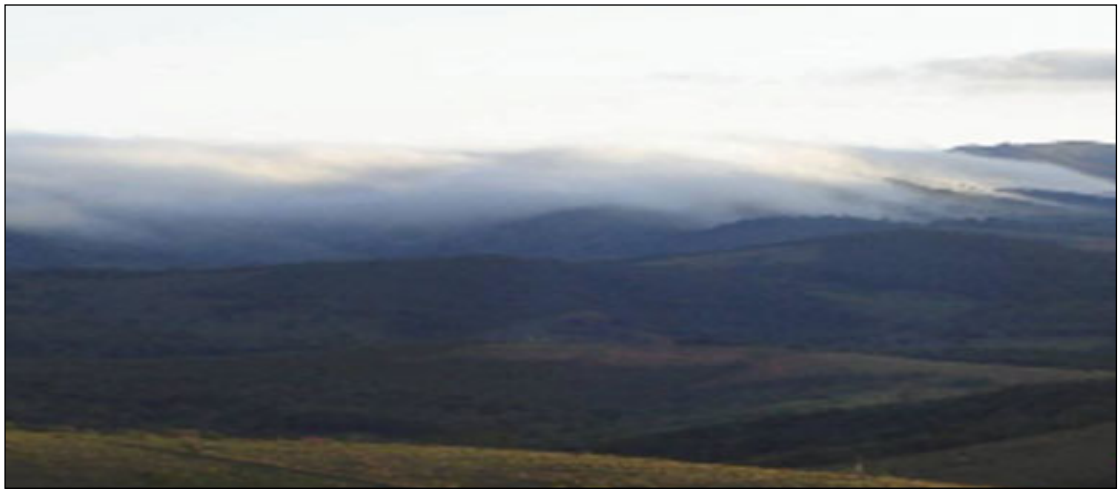


Fonte: Adaptado de <https://www.slideserve.com/quintessa-mccal/>.

Figura 6. Nevoeiro de advecção.

Nevoeiro orográfico

Este tipo de nevoeiro resulta do arrefecimento do ar à medida que se move para maiores altitudes. Este é um dos poucos tipos de nevoeiro que se mantém em condições de vento relativamente forte (Figura 7). A razão para isso é que, quanto mais intenso é o vento, mais rápido é o movimento da massa de ar para maiores altitudes e mais rápido será o seu arrefecimento.



Fonte: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Ocorrencia-de-nevoeiro-orografico-na-regiao-de-Cunha-onde-esta-localizado-o_fig3_305416165>.

Figura 7. Nevoeiro orográfico.

Nevoeiro de evaporação

Formado por adição de vapor de água à atmosfera, este nevoeiro acontece, geralmente, em manhãs de outono quando o ar húmido está a uma temperatura inferior **à** registada num corpo de água de rios e lagos, ou seja, a água está mais quente do que a massa de ar adjacente à interface água/ar. Assim, como a água está mais quente, haverá uma maior quantidade de moléculas de água a evaporar. Se o ar húmido acima da superfície livre da água estiver próximo da saturação, com esta "adição de vapor" poderá ficar saturado, ocorrendo condensação de vapor de água e formação de nevoeiro (Figura 8). Um exemplo muito simples deste tipo de nevoeiro é o que se forma quando tomamos banho com água quente.

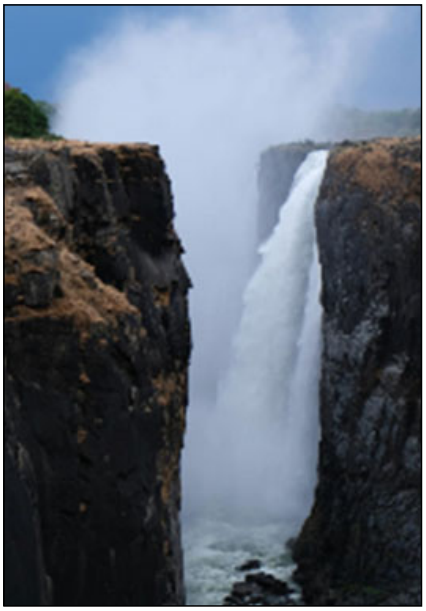


Fonte: <https://content.meteoblue.com/pt/pesquisa-educacao/recursos-educacionais/meteoscool/o- tempo/nuvens/nevoeiro>.

Figura 8. Nevoeiro de evaporação.

Nevoeiro de precipitação

Este nevoeiro forma-se quando as gotas de água caem da nuvem e há condições para evaporarem. Quando isso acontece, o ar à volta das gotas de água ganha vapor de água e a humidade relativa do ar aumenta. Se o ar estiver próximo da saturação, esta adição de vapor de água pode ser suficiente para que se atinja a saturação e se forme nevoeiro de precipitação. Um exemplo, para este tipo de nevoeiro, está nas Quedas Vitória (Victoria Falls – fronteira entre o Zimbabwe e Zâmbia), uma das maravilhas do mundo, com uma largura de 1708 metros e uma altura de108 metros (Figura 9).



Fonte: <https://www.publico.pt/2019/12/07/fotogaleria/maior-queda-agua-mundo-quase-seca-399006#&gid=1&pid=3>.

Figura 9. Nevoeiro de precipitação.

Considerações finais

Este trabalho mostra que o aquecimento global está a condicionar o tipo de ambiente térmico, afetando o bem-estar e a saúde do ser humano. Mostra, ainda, que se devem tomar e definir estratégias para melhorar um ambiente quente e húmido, de modo a evitar a presença de elevada humidade, de bolores e de ácaros que potenciem doenças do sistema respiratório.

Em ambientes térmicos quentes, o ser humano deve ter o seu termorregulador físico, de transpiração, a funcionar e deve dar atenção a uma constante hidratação.

Foi mostrado, de forma simples, como se pode interpretar uma massa de ar através da temperatura do ponto de orvalho, como sendo o melhor indicador para se conhecer a quantidade de água presente na atmosfera.

Os nevoeiros, no geral, foram apresentados e podem representar uma ameaça à segurança do transporte aéreo, terrestre e marítimo, uma vez que a visibilidade horizontal e vertical se torna comprometida.

Os nevoeiros também podem ser nocivos à saúde pública em locais de intensa poluição. Nestes casos, pode-se formar o smog ou nevoeiro fotoquímico.

Referências

AHRENS, C.D. **Meteorology today** – an introduction to weather, climate and environment. 8ª Edition. Editor Thomson Brooks/Cole. 537pp. 2007.

AHRENS, C.D.; HENSON, R. **Meteorology Today:** An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, 13 Ed. Brooks/Cole, Cengage Learning, Belmont, USA. 2019.

ARIC. Air Quality and Lichens. **Atmosphere, Climate and Environment. Information Programme**. Disponívem em: <http://www.ace.mmu.ac.uk>. 2008.

ASHRAE 55. Thermal environmental conditions for human occupancy. **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**. Atlanta: ASHRAE. 2004.

COCH, N.E. **Geohards:** Natural and Human. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 481 pp. 1995.

HOLTON, J. R. An Introduction to dynamic meteorology. **International Geophysics Series**, vol. 88. Elsevier Academic Press, Fourth Edition. San Diego – California, USA. 2004.

IPCC. **AR6 Climate Change 2021:** Impacts, Adaptation and Vulnerability. The Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>. (online 27set2020). 2020.

IPCC . **Mudança do Clima 2021 A Base Científica**. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Editado por Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai et al. Original impresso em outubro de 2021 pelo IPCC, Suíça. Cópias eletrónicas do Sumário para Formuladores de Políticas original estão

disponíveis no site do IPCC, www.ipcc.ch. ISBN 978-92-9169-158-6. 2021.

IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001. 2023.

IRIBARNE, J.V.; CHO, H.R. **Atmospheric physics**. R. Reidel Publishing Company, Dordrecht. 1980.

IRIBARNE, J.V.; GODSON, W.L. Atmospheric thermodynamics. **Geophysics and Astrophysics Monographs**, vol 6, R. Reidel Publishing Company, London. 1981.

ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment**–Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organization for Standardization. 2005.

MORGADO, M., TALAIA, M.; TEIXEIRA, L. A new simplified model for evaluating thermal environment and thermal sensation: An approach to avoid occupational disorders, **International Journal of Industrial Ergonomics**. 1-13. 2015.

ORTIZ, R.; ARAÑA V. Daños que puedem producir las erupciones. In: R. Ortiz (Ed.), **Riesgo Volcánico** – Série Casa de Los Volcanes, Lanzarote, Canárias. Vol. 5, 37-66. 1996.

TALAIA, M. Como parâmetros que definem um Ambiente Térmico potenciam riscos: estudo de casos. In: **Geografia, Riscos e Proteção Civil**. Homenagem ao Professor Doutor Luciano Lourenço (RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Vol. 2, pp. 503-516). Coimbra: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. 2021.

TALAIA, M.; RODRIGUES, F. Conforto e Stress Térmico: Uma Avaliação em Ambiente Laboral. Proceedings CLME'2008 / II CEM. 5º Congresso Luso – Moçambicano Engª e 2º Congresso de Engª de Moçambique. Maputo. Editores Silva Gomes, J. F., António, C. C., Clito F. Afonso, C.F & Matos, A. S., Edições INEGI. Artigo 11A020, 15 páginas. **Anais**[...]. 2008.

TALAIA, M.; SILVA, M. Risco da construção do conhecimento de alunos num ambiente térmico quente. **Territorium**, 22, 229-238. 2015.

TALAIA, M.; SIMÕES, H. EsConTer: um índice de avaliação de ambiente térmico. In: V Congresso Cubano de Meteorologia. Somet-Cuba, Sociedade de Meteorologia de Cuba, 1612-1626. **Anais**[...]. 2009.

JOSEPH CAMPBELL'S MONOMYTH AND FLOOD NARRATIVES: AN ANALYSIS OF THE VEZ RIVER WATERSHED

O MONOMITO DE JOSEPH CAMPBELL E AS NARRATIVAS DE INUNDAÇÃO: ANÁLISE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ

EL MONOMITO DE JOSEPH CAMPBELL Y LAS NARRATIVAS DE INUNDACIONES: ANÁLISIS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO VEZ

LE MONOMYTHE DE JOSEPH CAMPBELL ET LES RÉCITS D'INONDATION: ANALYSE DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE VEZ

Glória Gonçalves[1]

1 Researcher at the Centro de Estudos Geográfico, Universidade de Lisboa, R. Branca Edmée Marques, 1600-276, Lisboa, Portugal; Student up200305541, and Department of Mathematics, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal, up200305541@up.pt. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3627-5404. E-mail: goncalves.gloria@gmail.com.

Introduction

River floods are a recurring natural phenomenon with significant impacts on various regions around the world, profoundly affecting local communities. The negative impact of floods is highlighted by their being one of the leading causes of weather-related fatalities (Coles; Hirschboeck, 2020). For these and other reasons, understanding people's behaviour in relation to floods can help develop strategies to mitigate their negative impact, including reducing mortality (Hamilton *et al.*, 2020).

The Rio Vez watershed, located in northern Portugal, exemplifies this reality, frequently experiencing floods that drastically alter the daily lives of its inhabitants. The way these experiences are narrated and interpreted, both by the local population and the media, plays a crucial role in shaping risk perception, building community resilience, and informing responses to future catastrophic events. In this context, the application of Joseph Campbell's "Hero's Journey" (Wahyuni, 2018), a widely recognised narrative structure, offers a powerful analytical tool for uncovering and understanding the narratives that emerge around floods.

This article introduces an innovative method for analysing these narratives, using Campbell's "Hero's Journey" or monomyth (Boukemmouche; Al-Khawaldeh, 2022) as a coding and structuring framework. By adapting this structure to the lived and reported stories of floods in the river Vez watershed, the goal is not only to gain a deeper understanding of the inhabitants' experiences but also to establish a comparative approach that allows for evaluating the different trajectories of these experiences over time. The study employs a qualitative method and thematic content analysis, selecting articles about this watershed region.

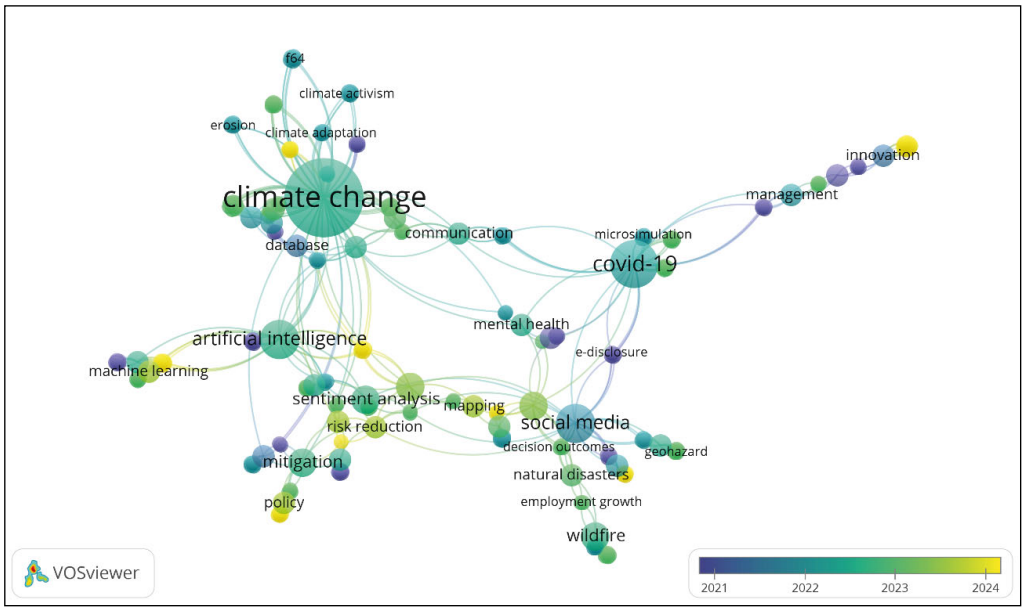
The central issue addressed in this study is the lack of a robust and reliable methodology for constructing and analysing structured flood narratives to effectively compare the inhabitants' experiences. The guiding question of this work is: "**How can the structure of the Hero's Journey be used to create coherent and comparable narratives about flood experiences in the Rio Vez watershed?**" This issue arises from the observation that flood-related narratives tend to be scattered and unstructured, making comparative analysis and in-depth understanding of local experiences difficult. The findings of this study include revealing how floods are described in various publications, reflecting a pattern of situational determination. In this context, through the application of Campbell's monomyth theory, this study develops a structure classified into 12 stages of flooding (described in section four of this document), which allows for the systematic capture and comparison of these narratives, offering emotional and sensitive insights into community resilience, risk perception, and responses to flood events. Two scientific articles were analysed to determine how language contributes to knowledge construction in managing a crisis. We conclude that flood experiences are comparable, and it is possible to identify converging and diverging points among authors, contributing to better flood response capabilities.

Joseph Campbell's "Hero's Journey" and narratives of floods

The work of the American scholar of mythology and religion, Joseph Campbell (Roberto, 2017), on the "Hero's Journey" is regarded as a narrative model that transcends cultures and time periods. The Hero's Journey traces the path of the main protagonist, the hero, from the beginning to the end of their adventure, through the key trials they must undergo. By applying Campbell's theory of the mythological Hero's Journey and the process of individuation, the study showcases the psychological development of the main protagonists through the different stages of the monomyth, presenting their final transformation and the value created as a result of the stages they completed along the journey (Boukemmouche; Al-Khawaldeh, 2022). Campbell's theory offers a powerful framework for understanding narratives of overcoming and resilience in contexts of adversity, such as floods, where the hero's journey can mirror the emotional and social journey of affected communities (Campbell, 1949).

A flood can be likened to a deluge (Şahin, 2023), a heavy downpour that can result in a flood. Returning to the Epic of Gilgamesh, a literary work described by Şahin (2023) as the oldest in history, it depicts the hero's quest for immortality. The struggle for survival unfolds in stages akin to the Hero's Journey. A hero may be accompanied by a secondary character on this arduous journey (Şahin, 2023). As the narrative progresses, the hero experiences the cycle of separation, initiation, and return (Boukemmouche; Al-Khawaldeh, 2022; Şahin, 2023). At the end of the story, the hero, having survived, successfully achieves their original goal.

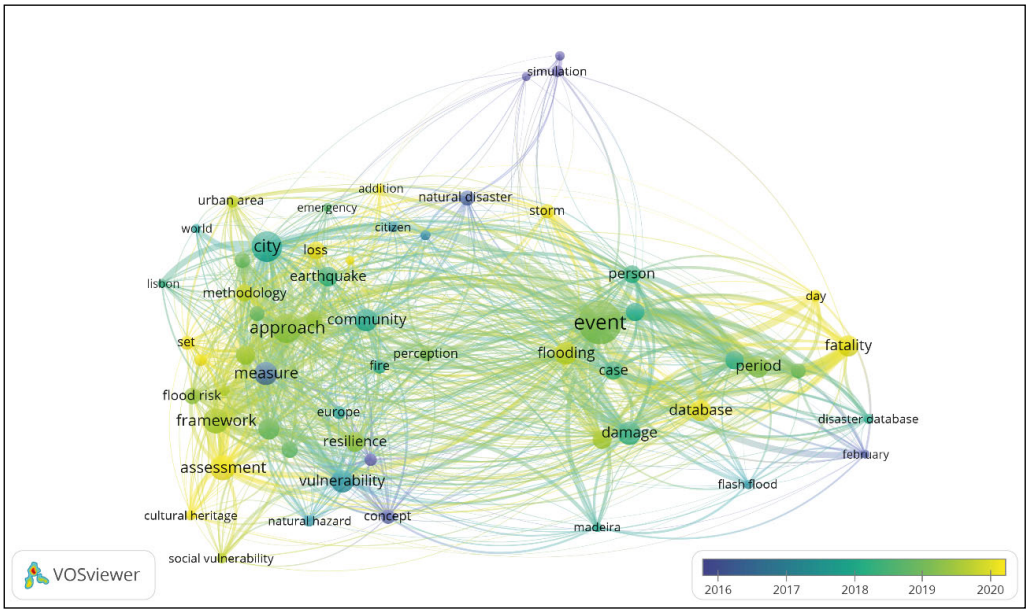
In the realm of creating human spaces, particularly in the context of spatial imagination, human geographies, and cartographic practices, some authors, such as Steffen Wöll (2023), highlight the need to develop new narratives, referencing Joseph Campbell's ideas. Inspired by this perspective and drawing on experience from the study of floods, we conducted comprehensive research in scientific databases to enrich and substantiate the investigation related to the application of Campbell's theory to flood studies. The VOSviewer software was utilised for mapping and visualising bibliometric data, aiming to demonstrate that, in Portugal, flood research in recent decades is representative and that there is a growing need for distinct approaches in addressing the narratives associated with this phenomenon. In this context, the term "Disaster" encompasses the largest national project dedicated to the study of floods, which made extensive use of data sources from the periodical press. It was therefore included in the selection of key terms for subsequent bibliographic research. On ScienceDirect, a search conducted for the period 2010 to 2025, using the terms "Disaster" AND "Portugal" AND "floods", resulted in 91 documents (Figure 1). The keyword analysis identified 426 terms with at least one occurrence, with "social media" standing out as the third most frequent term, with 5 occurrences. This set of publications involved 389 authors, with a maximum of two publications per author.



Source: Own elaboration based on bibliometric data (2024).

Figure 1. Search on ScienceDirect and Analysis Focused on the Terms.

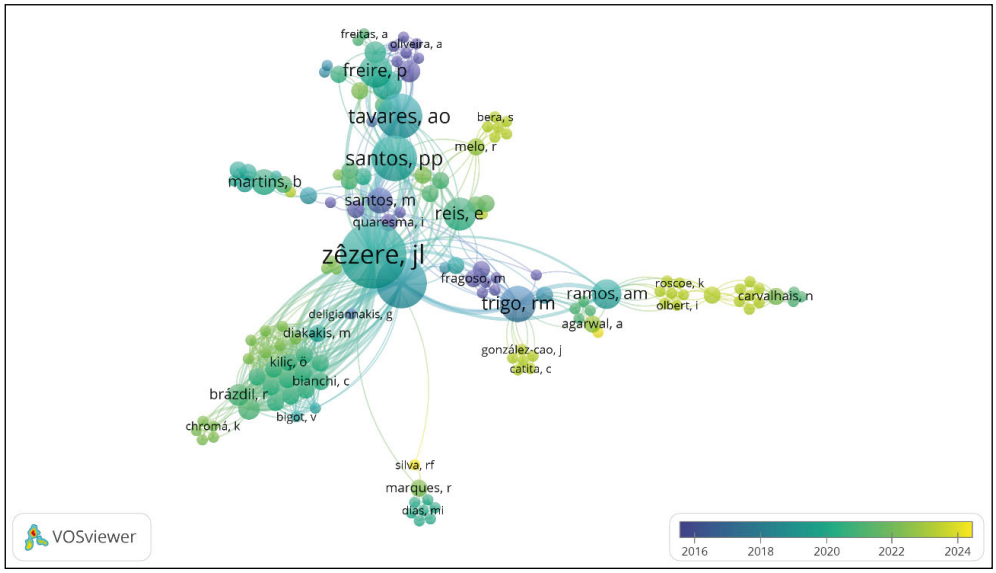
In the Web of Science (WoS), the analysis of 159 documents, focused on terms contained in titles and abstracts, generated 4,732 unique terms. By establishing a minimum criterion of 10 occurrences per term, 98 relevant terms were identified, of which 59 were selected for analysis, with "disaster database" (Figure 2) appearing with 13 occurrences.



Source: Own elaboration based on bibliometric data (2024).

Figure 2. Search on the Web of Science and Analysis Focused on the Terms.

Additionally, the co-authorship analysis revealed a total of 547 authors involved in publications on the subject. Among them, Zêzere (Figure 3) stands out as the most prolific author, with a total of 19 publications, reflecting his significant influence on flood research in Portugal. This predominance not only underscores the relevance of his work within the scientific community but also indicates potential areas for collaboration and continuity in future research.



Source: Own elaboration based on bibliometric data (2024).

Figure 3. Search on the Web of Science and Co-authorship Analysis.

The bibliometric analysis process provided a detailed understanding of scientific production and collaboration networks on the topic of floods in Portugal. The results highlight that scientific publications frequently draw on a variety of data sources, including social media and specialised databases such as "Disaster." This bibliometric study also demonstrates the potential to enrich our documentary analyses by applying the narrative structure of the Hero's Journey, offering new perspectives and deepening the interpretation of data in flood research, where survivors can be identified as heroes. The evidence suggests that the application of Joseph Campbell's theory to the study of floods in Portugal is not yet a predominant approach, despite its potential. This underscores the importance of emphasising that the Hero's Journey, as outlined by Campbell, is a universal human narrative, concerned with the conceptualisation of narratives, as noted by Jennings (2022).

Methodology

In this study, a literature review on Joseph Campbell's "Hero's Journey" and flood narratives was conducted across various scientific databases. Initially, the Consensus database was utilised with the terms "Hero Theory" and "floods", resulting in 12 relevant documents.

Additionally, a search was conducted on the Web of Science (WoS) and Dimension using the terms "The Hero with a Thousand Faces", "Campbell", and the "12 distinct stages" to identify studies that address the narrative structure proposed by Campbell.

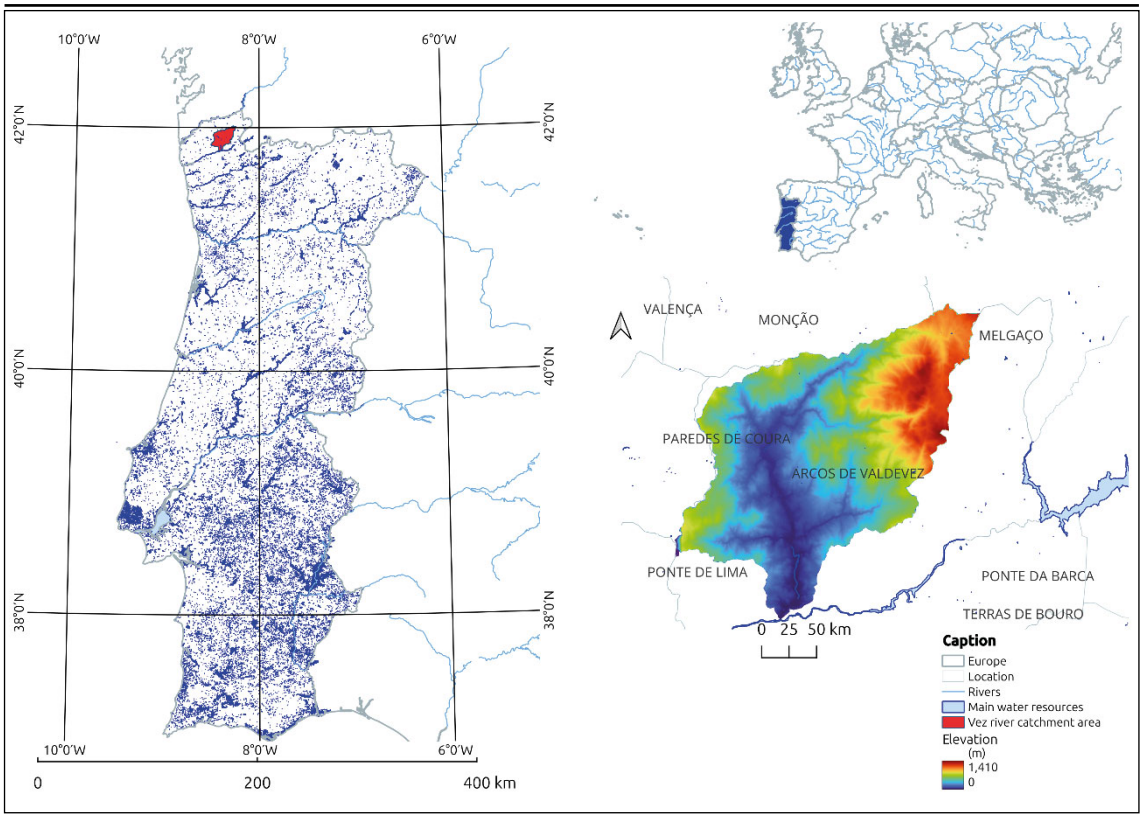
To investigate documents that use data sources on floods and report the stories of affected populations within Portuguese territory, a search was conducted in the ScienceDirect database using the terms "Disaster" AND "Portugal" AND "floods". This same query was repeated on the Web of Science (WoS) with the same terms. Co-occurrence analysis, as well as the examination of authors and co-authors, was performed using the VOSviewer software. This procedure allowed for the identification of publications addressing flood events in the Portuguese context and revealed the scarcity of studies applying the Hero's Journey narrative, thus establishing a solid foundation for subsequent analysis.

Subsequently, a case study design focused on the Vez River basin was employed, aiming to thematically reveal how floods can be narrated and interpreted. This is a qualitative research design that investigates one or more specific situations using various data collection methods, such as the review of scientific documents published by Portuguese researchers, in order to identify common themes and data sources. This research applies Campbell's theory of the mythological Hero's Journey and revisits Carl Jung's ideas on the process of individuation (Boukemmouche; Al-Khawaldeh, 2022) in the context of flood events in the Vez River basin. We propose a visual diagram that represents an adaptation of the 12 stages of the Hero's Journey to the case study of floods in the Vez River basin. The diagram visualises how each stage of the Hero's Journey can be applied to the experiences of individuals, offering an analysis that compares the related narratives of two studies (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).

In this document, the term "floods" is defined as the flooded areas that directly impact humans and public and private infrastructure.

Study Area

The Vez River basin, located in northern Portugal (Figure 4), is prone to flooding and has been the subject of various studies (Bellu *et al.*, 2016; Carvalho-Santos *et al.*, 2016; Gonçalves, 2020) that explore both the physical aspects of floods and the socio-cultural responses of the affected communities. However, the majority of the literature focuses on technical and environmental analyses, with little emphasis on the narratives constructed around these experiences (Şahin, 2023; Rogers *et al.*, 2023). There is a significant gap in understanding how flood stories are narrated by the periodical press and local inhabitants, and how these narratives shape community resilience and risk perception. Studies on various flood-affected regions have shown that narratives play a crucial role in articulating community responses, influencing everything from collective memory to mitigation practices (Coles; Hirschboeck, 2020; Hamilton *et al.*, 2020).



Source: Created in Qgis, from data obtained in GEOFABRIK (2024).

Figure 4. Geographical location of the Vez river basin.

This study introduces a new perspective on the analysis of flood narratives in the Vez River basin by integrating the structure of the "Hero's Journey." By combining literary analysis with disaster studies research, the aim is to achieve a better understanding and comparison of the trajectories of the inhabitants' experiences over time. As Roberto (2017, p. 79) states, "the concept related to the term hero is tied to the societies that created it," reflecting the values of each era and the needs of each people.

These human characteristics are particularly evident in the area most affected by floods, which in 2024 was honoured with the emblematic figure of "Lininha da Valeta" through the "MurArcos" Festival (Figure 5). This tribute includes a painting by Daniela Guerreiro, depicting an elderly woman who endured and lived through the floods over the last century. Lininha da Valeta passed away at the age of 101, as reported on 26 June 2023 by the newspaper O Minho (https://ominho.pt/morreu-aos-101-anos-lininha-da-valeta-figura-emblematica-de-arcos-de-valdevez/).

Documentary evidence of this tribute, including images of the painting on the door of Lininha's residence at 151, was widely publicised in the media, such as on Rádio Alto Minho (9 May 2024, 15:04) and the newspaper O Minho (9 May 2024, 13:41). It is worth noting that this residence was one of those affected by the floods of 1909, 1914, 1987, 1999, 2000, and 2001, with the water levels reaching over a metre inside the house (Gonçalves; Trindade, 2014). The upper floor of the house proved invaluable to "Linhinha" in overcoming the challenge of each day with a flood inside her home.

Valeta, located in the União de Freguesias de S. Salvador, Vila Fonche e Parada, stands out as an emblematic site, home to the largest river beach on the Vez River—the positive side—but also the site of the most devastating floods—the negative side.



Source: Photographs obtained from the União de Freguesias da Junta de Freguesia de S. Salvador, Vila Fonche e Parada, 8 May 2024 <https://www.facebook.com/jfav.pt>.

Figure 5. "MurArcos".

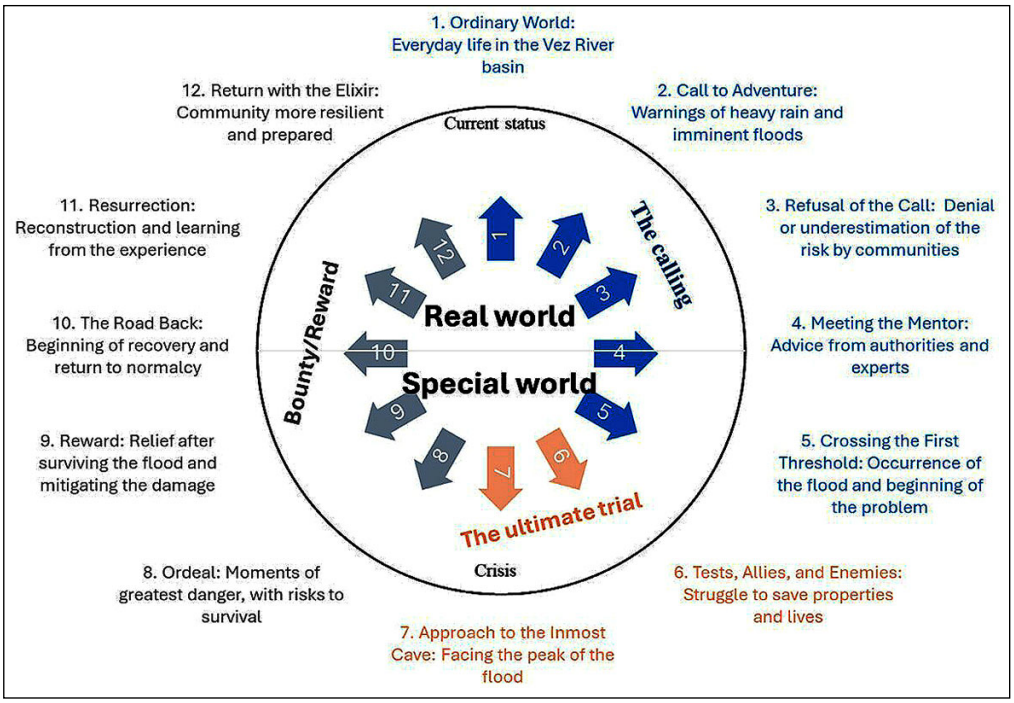
The hero's journeys, although rooted in ancient myths, retain contemporary relevance, as Roberto (2017) emphasises. The images from "MurArcos" powerfully illustrate the hero's immortality through the figure of "Lininha da Valeta," perpetuating her memory and symbolising human resilience in the face of adversity. The depiction of "Lininha" is not only a tribute to a life marked by resistance to floods but also a visual metaphor encapsulating the ongoing struggle of the inhabitants of the Vez River basin against the forces of nature. This homage not only reflects the importance of preserving collective memory but also highlights the role of cultural and artistic narratives in the construction of community identities. By immortalising "Lininha," the community reaffirms its own history and identity, acknowledging the challenges faced and the transformations that have shaped the region over time. Thus, the figure of "Lininha" transcends her individuality, becoming a collective symbol of perseverance and hope – fundamental elements in understanding disaster narratives and community resilience.

An Introduction to the Hero's Journey in the Context of Floods

The Hero's Journey, in its original version by Campbell (1949), was designed with up to 17 stages. According to the adapted model by McKay *et al.* (2023) and Roberto (2017), these stages can be distributed across three phases: separation or call to adventure, initiation or final ordeal, and reward or return. There are multiple versions proposed by Campbell or modified adaptations, which are justified by the specific application and the essential transformative experiences fundamental to the monomyth process.

The adaptation of the Hero's Journey into 12 stages in the context of the Vez River floods was conceived to concisely capture the most critical and universal moments of the inhabitants' experience. This approach is inspired by the research of McKay *et al.* (2023), who applied the Hero's Journey in contexts of traumatic experiences, establishing a clear parallel between different types of adverse experiences, such as violence and natural disasters. Roberto (2017) also presents an example related to the search for responses to traumatic emotional experiences, following Campbell's work—a twelve-stage cycle that the character must navigate during the journey of self-discovery. This author explains each stage of the hero's cycle.

In the illustrated representation in Figure 4, the real world embodies the call to adventure, which can be understood as the ideal place to live, in urban lowland areas that are more developed in terms of public and economic infrastructure. The final ordeal relates to the fulfilment of expectations (McKay *et al.*, 2023). In the case of flood events, individuals experience the crisis phase. They perceive the occurrence, and cognitive and emotional resilience is activated through the senses (McKay *et al.*, 2023; McKay, 2023). They begin to acquire legitimate skills on how to cope with the crisis (McKay *et al.*, 2023) and consequently with the danger. This is followed by the return or reward phase. Those involved begin to feel more confident in their ability to take risks (McKay *et al.*, 2023). Although the experiences with the floods were uncomfortable, a positive outcome was achieved (McKay *et al.*, 2023); after overcoming the obstacle, the "heroes" were rewarded (Şahin, 2023).



Source: Author's own work (2024), based on adaptations from the consulted bibliography: Ensslin and Tejasvi Goorimoorthee, 2018; Solovyov, 2023; Roberto, 2017; Wahyuni, 2018; Steffen Wöll, 2023.

Figure 6. A Proposed Visual Representation of the 12-Stage Hero's Journey for the Case of Floods in the Vez River Basin.

The representation of all possible hero or superhero models ensures that the reader identifies with the narrative and internalises the corresponding values and knowledge (Roberto, 2017). This approach allows for a better understanding of the natural social context in harmony with the anthropogenic environment in which it is situated, enhancing awareness of the flood issues triggered by climate causes. It is believed that as individuals mature through their experiences, they create cultural value around the theme of floods. Therefore, while the interpretation, perception, and intended message may lack consistency or simplicity, it aligns with the views of other researchers (Mckay *et al.*, 2023) that these choices are intentional, invoking continuous reflection and analysis of emerging data.

Application of the Hero's Journey in the analysis of scientific articles

In this subsection, only two scientific articles are included in the analysis, with their narratives considered under specific expectations, aiming for a focused comparison of the most relevant approaches to the Vez River watershed. These articles were selected for offering distinct yet complementary perspectives: one centred on the application of predictive models, and the other on innovation through the digitisation of historical records obtained from the periodical press. Accordingly, the 12 stages of the Hero's Journey are presented across three tables corresponding to the three stages (separation, initiation, and return).

The works of Fonseca *et al.* (2018) and Gonçalves (2022) both address the issue of flooding in the Vez River watershed, where we can identify some convergent and divergent points. They converge in their investigation of the problem of flooding (the ordinary world), an event that can cause traumatic experiences for the inhabitants, as shown by the extraction of concepts from the articles (Table 1). In the separation stage, both articles recognise the importance of data sets on flooding. They also agree on the integration of knowledge into a new application. The authors diverge in their approaches with two distinct models: Fonseca *et al.* (2018) focuses on the development of hydrological models, while Gonçalves (2022) emphasises the digitisation and innovation of data records collected from the periodical press. Thus, both recognise the need for advancements but differ in their practical and technological approaches.

Table 1. Heroic stages for the first stage: separation.

Stages	Extraction of concepts from the articles	Separation
1. Ordinary world	Initial state of flood risk (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Traditional use of flood data (Gonçalves, 2022).	Initial state of flood risk (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
2. Call to adventure	Identification of flood risks(Fonseca; Santos; Santos, 2018). Need for innovation in the recording and use of flood data (Gonçalves, 2022).	Recognition of the importance of more systematic data records (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
3. Refusal of the call	Initial doubts about the implementation of the models (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Challenges and resistance to the digitisation of historical records (Gonçalves, 2022).	Concerns about the accuracy of models and obtaining precise data (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Concerns about the feasibility and cost of digitisation (Gonçalves, 2022).
4. Meeting the mentor	Theoretical and methodological guidance from previous research (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Introduction of the digital application proposal as a solution (Gonçalves, 2022).	Inspiration and grounding from models and experts in the field (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Presentation of the digital application (Gonçalves, 2022).
5. Crossing the first threshold	Initial implementation of the selected models, starting calibration and validation (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).	Integration of existing knowledge into a new application (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).

Source: Author's own work based on Campbell's model and analysis of the documents: Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022.

In the second stage, initiation takes place, giving rise to the challenges of data inconsistency (Fonseca; Santos; Santos, 2018) and to technical, legal, and institutional challenges (Gonçalves, 2022). Thus, in this stage, the evaluation of the models is necessary to reflect the local hydrological reality (Table 2). Consequently, the results must demonstrate practical reliability (Fonseca; Santos; Santos, 2018), validation, and proven effectiveness (Gonçalves, 2022).

Table 2. Heroic stages for the second stage: initiation.

Stages	Extraction of concepts from the articles	Separation
6. Tests, allies, and enemies	Challenges with data inconsistencies and model calibration (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Also, technical, legal, and institutional challenges (Gonçalves, 2022).	Evaluation of the models to reflect the hydrological reality of the region(Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
7. Approach to the innermost cave	Critical phase for achieving accuracy in flood risk predictions (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Development of the application and integration with existing data (Gonçalves, 2022).	The results must demonstrate practical reliability (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Preparation for the validation phase and proven effectiveness (Gonçalves, 2022).

Source: Author's own work based on Campbell's model and analysis of the documents: Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022.

In the third stage, the return, the models are subjected to rigorous testing (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022) to produce flood risk maps (Fonseca; Santos; Santos, 2018) It becomes possible to disseminate results and adopt new tools to support governance (Table 3). The consolidation of knowledge for replication is evident. The contribution lies in advancing more efficient and sustainable urban risk management policies (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).

Table 3. Heroic stages for the third stage: return.

Stages	Extraction of concepts from the articles	Separation
8. Ordeal	Rigorous testing: accuracy in flood predictions (Fonseca; Santos; Santos, 2018) and validation of the digital application (Gonçalves, 2022).	Models ready for practical application in risk management (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
9. Reward	Validated models produce reliable risk maps (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Digital application ready for public use (Gonçalves, 2022).	Contribution with direct applications in public safety and local urban planning (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
10. The road back	Dissemination of results (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Adoption of the new tool by economic and governmental entities (Gonçalves, 2022).	Widespread adoption of the tool, increasing its effectiveness and social impact (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
11. Resurrection	Application of risk models in real-world contexts (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Positive impact on the sustainability of economic policies (Gonçalves, 2022).	Contribution to more efficient and sustainable urban risk management (Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022).
12. Return with the elixir	Consolidation of knowledge for replication (Fonseca; Santos; Santos, 2018). Digitised flood data available (Gonçalves, 2022).	Provision of a replicable model, with benefits for society(Fonseca; Santos; Santos, 2018). Contribution to sustainable economic and environmental policies (Gonçalves, 2022).

Source: Author's own work based on Campbell's model and analysis of the documents: Fonseca; Santos; Santos, 2018; Gonçalves, 2022.

In conclusion, the analysis of the studies by Fonseca *et al.* (2018) and Gonçalves (2022) reveals a strategic complementarity in addressing flooding in the Vez River basin. While Fonseca *et al.* (2018) emphasise the importance of a solid foundation of predictive models to enhance accuracy and effectiveness in risk management, Gonçalves (2022) highlights the urgency of modernisation through the digitisation of historical records, proposing a technological transformation that could potentially revolutionise traditional practices. The convergence of these perspectives suggests that an integrated approach—combining the robustness of theoretical models with digital innovation—may offer a more effective and resilient solution to the growing challenges associated with flooding. This integrated path not only improves the response to extreme events but also promotes more sustainable and informed management of watersheds in the future. The hero described here is seen as fighting for their own survival and/or the well-being of society (the positive aspect), bearing the responsibility of combating flooding as a problem (the negative aspect), given that floods can cause damaging economic, social, and environmental consequences. It is a struggle to bring benefits to oneself or to the community in which one is situated.

Results and Discussion

The monomyth theory is applied to flooding in the Vez River basin with adaptations tailored to the local context. This represents an innovative method for analysing data sources on natural events, as it has not been previously applied to similar cases. Joseph

Campbell's hero, modified through the lens of narrative theory, is applied to "MurArcos", which provokes reflection on humanity's use and occupation of urban public space. There is an opportunity for us to identify with the hero "Lininha".

The analysis of the articles by Fonseca *et al.* (2018) and Gonçalves (2022), structured according to the Hero's Journey, revealed distinct approaches to the study of flooding in the Vez River basin. In the separation stage: both articles highlight the value of flood data. Fonseca *et al.* (2018) focus on the calibration of hydrological models, while Gonçalves (2022) invests in the digitisation of historical records. The convergence lies in the appreciation of new methods, with divergences in practical and technological approaches. In the initiation stage, the challenges include data inconsistencies and technical difficulties. Both studies agree on the need for rigorous evaluation, with Fonseca *et al.* (2018) addressing hydrological models and Gonçalves (2022) facing issues in digitisation. In the return stage: Fonseca *et al.* (2018) validate models for mapping risks, and Gonçalves (2022) validates the digital application. Both studies demonstrate significant advancements in risk management and provide practical contributions to urban policy.

The analysis reveals that Fonseca *et al.* (2018) and Gonçalves (2022) offer complementary approaches to flooding in the Vez River basin. Fonseca *et al.* (2018) highlight the robustness of predictive models, while Gonçalves (2022) promotes innovation through digitisation. The combination of these approaches could result in more effective and sustainable flood management solutions, enhancing response capabilities and urban planning.

Conclusions

This study aimed to reflect on the importance of the continuous analysis of emerging data in flood management, with a particular focus on the Vez River basin. By limiting the analysis to two specific studies, it was possible to conduct a detailed investigation of methodologies and key concepts, facilitating a deeper understanding of the distinct strategies employed in flood management. The analysis demonstrated that integrating robust predictive models with technological innovations not only enhances the effectiveness of proposed solutions but also promotes long-term sustainability, addressing the challenges faced by individuals during flood events more effectively.

Furthermore, applying the Hero's Journey theory in this context encouraged creative self-discovery, fostering critical and social thinking on the subject. In this process, the hero—represented by flood survivors and managers—is challenged to self-sacrifice for the common good, emphasising the importance of collective resilience and commitment to protecting affected communities.

References

BELLU, A. *et al.* A framework model for the dimensioning and allocation of a detention basin system: The case of a flood-prone mountainous watershed. **Journal of Hydrology**, v. 533, p. 567–580, 1 fev. 2016.

BOUKEMMOUCHE, HANANE; AL-KHAWALDEH, SAMIRA. The Monomyth or the Hero's Journey in William Faulkner's Screenplays: The Last Slaver and Drums Along the Mohawk. **Theory and Practice in Language Studies**, 1 dez. 2022.

CAMPBELL, M. B. An analysis of Shelley's Hymn to intellectual beauty. 1949.

CARVALHO-SANTOS, C. *et al.* Ecosystem services and biodiversity conservation under forestation scenarios: options to improve management in the Vez watershed, NW Portugal. **Regional Environmental Change**, v. 16, n. 6, p. 1557–1570, ago. 2016.

COLES, A. R.; HIRSCHBOECK, K. K. Driving into danger: Perception and communication of flash-flood risk. **Weather, climate, and society**, v. 12, n. 3, p. 387–404, 2020.

ENSSLIN, A.; GOORIMOORTHEE, TEJASVI. Transmediating Bildung: Video Games as Life Formation Narratives. **Games and Culture**, v. 15, p. 372–393, 30 ago. 2018.

FONSECA, A. R.; SANTOS, M.; SANTOS, J. A. Hydrological and flood hazard assessment using a coupled modelling approach for a mountainous catchment in Portugal. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 32, n. 7, p. 2165–2177, 2018.

GEOFABRIK. **Download OpenStreetMap data for this region:** Portugal. 2024. Disponível em: <https://download.geofabrik.de/europe/portugal.html>. Acesso em: 17 jul. 2024

GONÇALVES, G. Flooding insurance policy for investment sustainability. **Cadernos de Geografia**, n. 42, p. 59–70, 2020.

GONÇALVES, G. Digital flood record for the sustainability of economic policy. **Ciência Geográfica**, v. 26, n. 1, p. 289–309, 2022.

GONÇALVES, G.; TRINDADE, J. Registos das maiores cheias do rio Vez em Arcos de Valdevez. **Formação e Ocupação de Litorais nas Margens do Atlântico-Brasil/ Portugal**, v. 4, p. 73–82, 2014.

HAMILTON, K. et al. A systematic review of human behaviour in and around floodwater. **International journal of disaster risk reduction**, v. 47, p. 101561, 2020.

JENNINGS, S. C. Only you can save the world (of videogames): Authoritarian agencies in the heroism of videogame design, play, and culture. **Convergence:** The International Journal of Research into New Media Technologies, v. 28, p. 320–344, 27 fev. 2022.

ŞAHIN, M. The Water Myth in Cinema. **Galactica Media:** Journal of Media Studies, 19 jun. 2023.

MCKAY, L. *et al.* Navigating a pathway of professional learning: Travelling the Hero's journey with first year pre-service teachers. **Teaching and Teacher Education**, v. 122,

p. 103973, 2023.
MCKAY, T. Conceptual Palettes as Sites of Creative Negotiation in Leah Asher's TRAPPIST-1. **American Journal Of Semiotics**, v. 39, n. 1–4, p. 107–133, 2023.
ROBERTO, A. Jornada do herói nos quadrinhos: o leitor e a leitura no processo de autodescoberta e conhecimento. **Diálogo**, n. 34, p. 71–84, 2017a.
ROBERTO, A. Jornada do herói nos quadrinhos: o leitor e a leitura no processo de autodescoberta e conhecimento. **Diálogo**, n. 34, p. 71–84, 2017b.
ROGERS, B. A. et al. Seeing Your Life Story as a Hero's Journey Increases Meaning in Life. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 125, n. 4, p. 752–778, 2023.
SOLOVYOV, A. V. Hero's Journey in Korean Confucian Historiography: Biographies of Kim Yusin and Kungye in the Context of J . Campbell's Monomyth. **Concept:** philosophy, religion, culture, 30 set. 2023.
WAHYUNI, S. Joseph Campbell's Monomyth in Agatha Christie's Novel Murder on the Orient Express. **KnE Social Sciences**, v. 3, p. 851–863, 19 abr. 2018.
WÖLL, STEFFEN. Unmasking Maps, Unmaking Empire: Towards an Archipelagic Cartography. **Journal of Transnational American Studies**, 28 May 2023.



Rio Canumã/Terra indígena Kwatá-Laranjal/AM
Autora: Taíze Ribeiro Munduruku

EXEMPLOS DE IMAGENS FACE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, AQUECIMENTO GLOBAL COMO PONTES DE ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO

EXAMPLES OF IMAGES REGARDING CLIMATE CHANGE, GLOBAL WARMING AS BRIDGES FOR PREVENTION STRATEGIES

EJEMPLOS DE IMÁGENES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, CALENTAMIENTO GLOBAL COMO PUENTES PARA ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

EXEMPLES D'IMAGES CONCERNANT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE COMME PONTS POUR LES STRATEGIES DE PREVENTION

Mário Talaia[1]

1 CIDTFF – Universidade de Aveiro: 3810-193 Aveiro, Portugal. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4311-6209. E-mail: mart@ua.pt.

Introdução

O aquecimento global está associado às alterações climáticas e os combustíveis fósseis contribuíram em média, nas últimas décadas, com um aumento da temperatura média do ar devido ao aprisionamento da radiação emitida pela superfície terreste. Este aumento de temperatura do ar está a afetar algumas regiões do planeta, favorecendo a destruição de ecossistemas através da rotura de elos para uma sustentabilidade natural para a vida dos seres vivos do planeta Terra.

O aquecimento global está a influenciar a dinâmica das correntes marítimas devido ao aumento de temperatura das águas dos oceanos. Esta situação, combinada com o efeito de estufa, está a aumentar a taxa de evaporação da água para a atmosfera, facilitando a formação de nuvens de precipitação e consequentes inundações. É um dado aceite pela ciência que as alterações da temperatura da superfície do oceano mudam o regime de ventos por alterar as correntes e por modificar a temperatura da superfície dos oceanos.

O aquecimento global, em determinadas regiões, é responsável pelo aumento da taxa de evaporação, favorecendo a seca de terrenos, a morte de seres vivos e a falta de água para uma vida saudável. O solo torna-se desumidificado e quebradiço, impedindo que a vegetação se mantenha viva e anulando campos verdejantes tornando a vida animal impossível, através da desertificação. Esta problemática modifica o albedo da superfície terrestre, alterando o clima da região.

As alterações climáticas alteram a dinâmica da formação de nuvens e a física das nuvens torna-se, ainda, cada vez mais complexa devido ao facto de o efeito de estufa condicionar o aumento de nebulosidade.

Está demostrado cientificamente que as emissões de poluentes atmosféricos se devem aos seres humanos por não respeitarem a natureza favorecendo as fontes antropogénicas. As fontes naturais englobam fenómenos da natureza tais como emissões provenientes de erupções vulcânicas ou fogos florestais de origem natural e são importantes para o equilíbrio energético na troca de energia, que é absorvida e emitida pela superfície terrestre.

É aceite que o aquecimento global está a transformar ecossistemas em lugares desertos pois a taxa de evaporação, nesses lugares, tornou-se elevada devido à capacidade de o ar húmido registar uma temperatura do ar mais elevada e uma humidade relativa do ar mais baixa, ou seja, o ar húmido passou a funcionar como um "mata-borrão". De facto, a existência de uma corrente de ar, devido ao albedo gerado à superfície terrestre, facilita a evaporação da água dos solos. Em Portugal, atualmente, há zonas rurais que já adotaram medidas preventivas de consumo de água, assim como passou a haver uma proteção para a agropecuária em termos de consumo de água potável.

As ondas de calor, ao suscitarem semanas de temperaturas sufocantes, estão a potenciar doenças respiratórias do tipo DPOC (Doenças Pulmonares Obstrutivas Crónicas).

Uma das pontes para a redução da pegada energética pode passar por, individualmente, cada ser humano passar a respeitar mais a natureza por defender a não desflorestação, por respeitar a proteção preventiva da queima de sobrantes florestais e agrícolas, por respeitar a

forma de proteção do risco de poluição do lixo, por diminuir o consumo diário nomeadamente roupas e energia com o objetivo de contribuir para preservar o meio ambiente.

Cabe aos governos criar medidas de proteção de modo a evitar-se o aumento das emissões de gases com efeito estufa, promover energias a partir do uso de fontes de energia renováveis e gerar políticas para a proteção das florestas.

Neste trabalho dar-se-á atenção à interpretação de imagens geradas pelas forças da natureza, em diferentes cenários. É apresentada uma contribuição de fundamentos teóricos para diferentes catástrofes para se interpretar fisicamente as causas e consequências da agressividade de fenómenos extremos por parte da natureza.

Fundamentos teóricos

Educação para o risco – os cenários do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climática (IPCC)

O Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC, 2020; IPCC, 2021; IPCC, 2023) tem mostrado que a problemática das alterações climáticas, do aquecimento global e cenários de novos ecossistemas são motivos que deverão levar a que sejam tomadas estratégias de proteção e defesa da agressividade da natureza através da sua energia alterada que favorecem a implementação de fenómenos extremos alicerçados através das forças dominantes da natureza que estão a provocar angústia na destruição do bem-estar do ser humano e promover catástrofes e riscos para a sobrevivência.

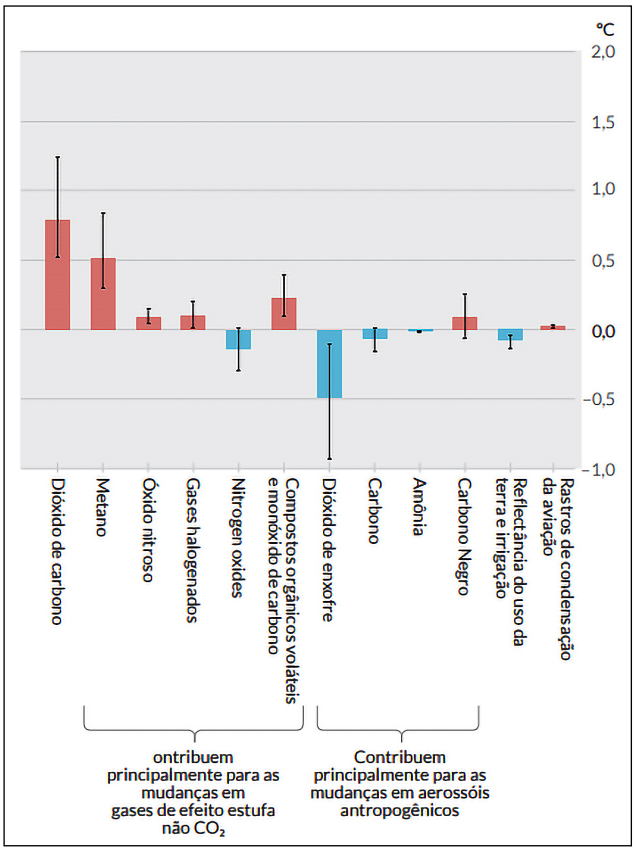
Na Figura 1 mostra-se a contribuição devido as alterações para os gases de efeito de estufa e para as alterações em aerossóis antropogénicos (IPCC, 2021) para a previsão do aumento da temperatura.

A influência humana sobre o clima durante o período 1800-1900 é apresentada na Figura 2 com temperaturas observadas e simulações matemáticas. Na figura as áreas sombreadas indicam a amplitude de cenários simulados (IPCC, 2021; IPCC, 2023).

O cenário desenhado para a alteração da temperatura global da superfície em relação a 1950-1900 é mostrado na Figura 3 e a alteração global do nível médio do mar em relação a 1900 é mostrada na Figura 4 (IPCC, 2021; IPCC, 2023).

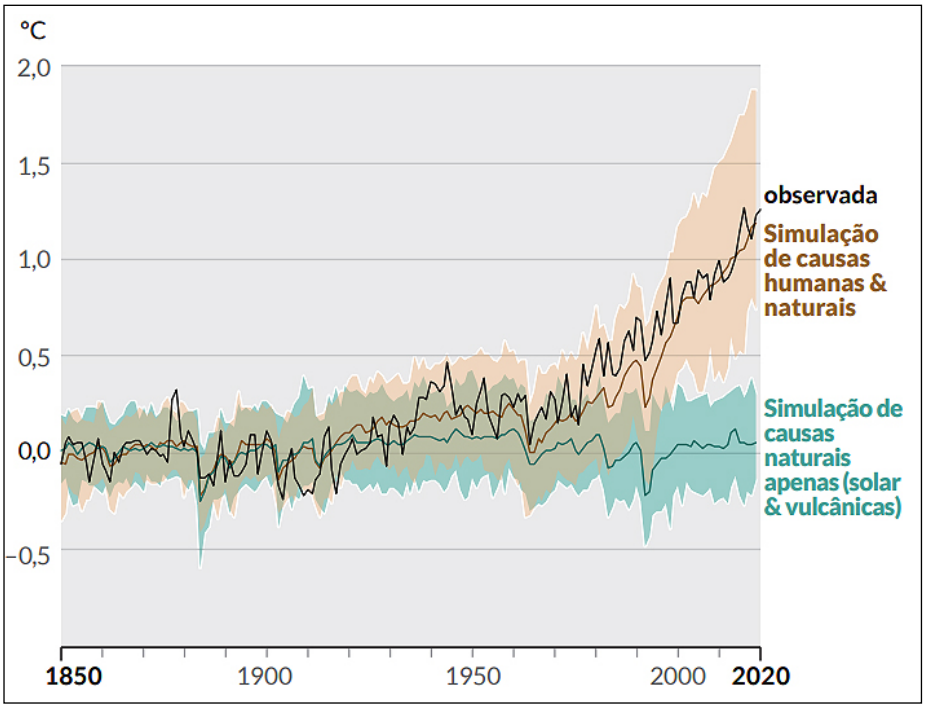
Os cenários da influência de cada tonelada de emissões de CO_2 no agravamento global são mostrados na Figura 5. A observação da figura mostra, inequivocamente, que a relação entre ambas é praticamente linear, ou seja, entre as emissões cumulativas de CO_2 e o aquecimento global nos cincos cenários ilustrados até o ano 2050 (IPCC, 2021).

Poore e Nemecek (2018) através de uma oportuna contribuição indicaram, em média, a emissão de gases de efeito de estufa por quilograma para diferentes consumos alimentares (Figura 6). Concluíram ainda que as proteínas vegetais de maior impacto emitem menos emissões de gases de efeito de estufa por quilograma face as proteínas animais de menor impacto.



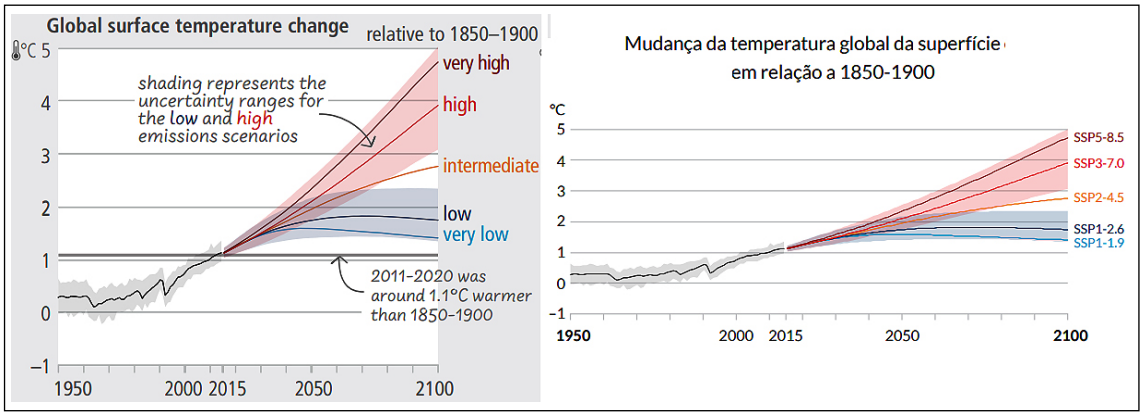
Fonte: Elaborado pelo autor. (IPCC, 2021)

Figura 1. Gases de efeito de estufa versus temperatura.



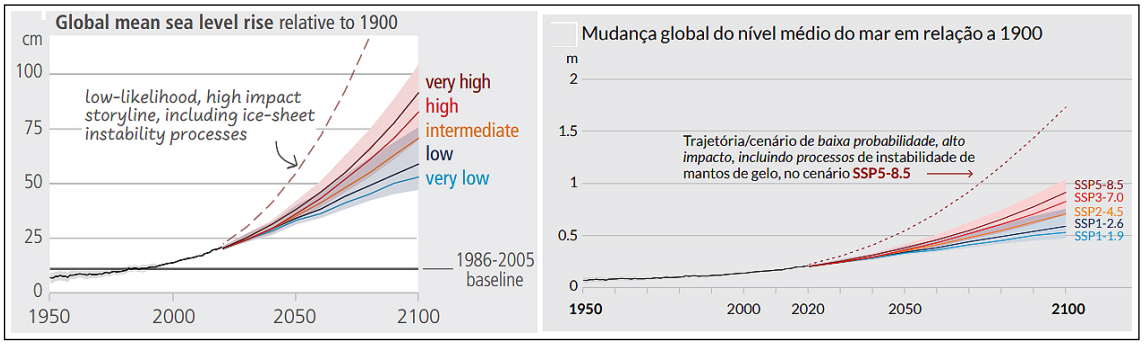
Fonte: Elaborado pelo autor. (IPCC, 2021; IPCC, 2023).

Figura 2. Aquecimento global.



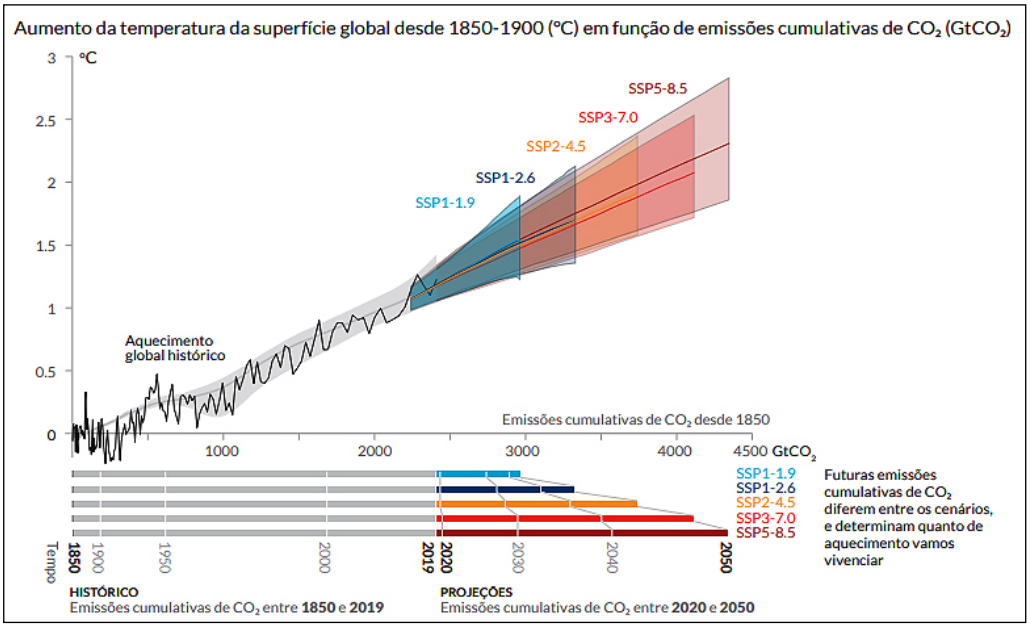
Fonte: Elaborado pelo autor. (IPCC, 2021; IPCC, 2023).

Figura 3. Alterações da temperatura global à superfície.



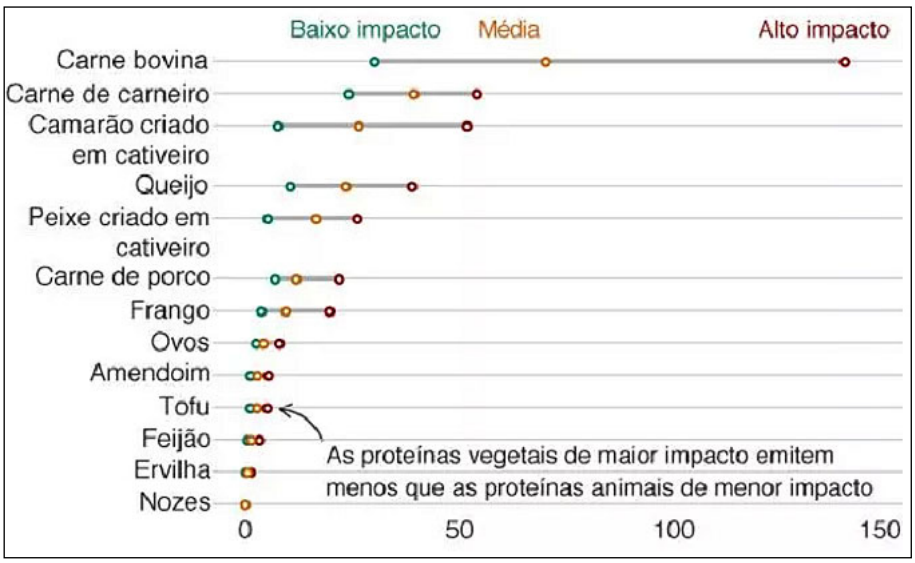
Fonte: Elaborado pelo autor. (IPCC, 2021; IPCC, 2023).

Figura 4. Alterações do nível médio do mar.



Fonte: Elaborado pelo autor. (IPCC, 2021).

Figura 5. Gases de efeito de estufa versus temperatura.



Fonte: Elaborado pelo autor. (Poore; Nemecek, 2018).

Figura 6. Gases de efeito de estufa por kg para diferentes alimentos.

Fluidos: o ar húmido na educação para o risco

Na meteorologia física, assume-se, para efeitos de cálculo, que o "ar" é constituído por dois gases perfeitos ou ideais, ou seja, por ar seco e vapor de água, sendo, o conjunto dos dois, designado por ar húmido. Enquanto o ar seco é uma mistura em proporções fixas de diversos gases (N_2, O_2, Ar etc.) o vapor de água é considerado variável (Iribarne; Cho, 1980; Ahrens, 2012; Ahrens; Henson, 2019). O peso de uma coluna de ar por unidade de área determina a pressão num determinado nível ou altitude acima do nível médio da água à superfície. Para o autor é o ar húmido que condiciona a vida na Terra.

O ser humano usa o ar húmido no seu ato de respirar, de forma involuntária e inconsciente, com uma pressão parcial do oxigénio capaz de realizar trocas gasosas entre os pulmões e o sangue, na circulação pulmonar ou pequena circulação. Para cálculos à superfície da terra, e ao nível das águas do mar, pode-se considerar que o ar está sujeito a uma pressão absoluta de cerca de 1000hPa, uma pressão parcial de oxigénio de cerca de 150mmHg, uma massa volúmica do ar de cerca de 1,2kg/m^3, uma temperatura de cerca de 20 ºC e uma viscosidade dinâmica de cerca de 1,8x10^{-5} Pa.s (Ahrens, 2012).

A água, nos seus estados físicos, permite estudar fenómenos que afetam o dia-a-dia. A palavra orvalho está associada à temperatura do ponto de orvalho e esta, por ser o melhor indicativo, identifica a quantidade de água presente num pacote ou parcela de ar da atmosfera. O máximo de vapor de água associado a uma dada temperatura pode ser determinado através da aplicação de conhecimentos da Termodinâmica (Eskinazi, 1975; Iribarne; Goden, 1981).

A equação de estado relaciona variáveis de estado e é usada para descrever o comportamento de gases, podendo ser aplicada ao ar seco e ao vapor de água, com constantes particulares diferentes, ou seja, 287,05J/(kg.K) e 461,51J/(kg.K), respetivamente para o

ar seco e para o vapor de água (Ahrens, 2012; Ahrens; Henson, 2019). A equação de estado aplicada ao vapor de água usa a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho e a equação de estado aplicada ao ar seco usa a pressão atmosférica absoluta (soma da pressão parcial de saturação do vapor de água e da pressão parcial do ar seco, a um determinado nível ou altitude).

A temperatura do ponto de orvalho é a temperatura até à qual o ar húmido deve ser arrefecido, a pressão e razão de mistura constantes, para que se atinja a saturação em relação à água líquida. O nível de condensação é, também, o patamar até ao qual uma parcela de ar húmido pode ascender adiabaticamente antes de atingir a saturação. Acima deste nível ou altitude começa a ser formada a nuvem devido à condensação do vapor de água. À superfície terrestre e a uma dada pressão considerada constante, a formação de orvalho acontece quando as superfícies de contacto com o ar húmido registam uma temperatura inferior à temperatura de saturação do ar. De salientar que as condições para a formação de orvalho são diferentes para a formação de uma nuvem, neblina ou nevoeiro (Talaia; Vigário, 2016).

A equação de estado aplicada ao ar seco permite escrever

$$p_a = \rho_a R_a T \quad (1)$$

e aplicada ao vapor de água

$$e_s = \rho_w R_w T_d \quad (2)$$

em que p_a representa a pressão parcial do ar seco, e_s a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho, ρ_w a massa volúmica do vapor de água, T a temperatura do ar, ρ_a a massa volúmica do ar seco, R_a a constante particular do ar seco, R_w a constante particular do vapor de água e T_d a temperatura do ponto de orvalho.

A pressão parcial de saturação do vapor de água e a temperatura estão relacionadas através da equação de Clausius Clapeyron (Eskinazi, 1975). O calor de transformação ou variação de entalpia ou calor latente de vaporização depende da temperatura, no entanto, para as temperaturas registadas na Troposfera, o valor aceite para o calor de transformação é de $2{,}5\times10^{6}J.kg^{-1}$ (Ahrens, 2012).

A expressão definita por Clausius Clapeyron e dada por

$$Ln(e_s/e_{s0}) = (L/R_w)(1/T_0 - 1/T) \quad (3)$$

em que e_s representa a pressão parcial de saturação à temperatura T, e_{s0} a pressão de saturação do vapor de água à temperatura T_0 e L o calor de transformação. Na falta de dados, pode-se usar um estado termodinâmico de referência definido por $e_{s0} = 6{,}106hPa$ para uma temperatura experimental de $T_0 = 273{,}15K$ (Eskinazi, 1975; Iribarne; Godson, 1981).

As expressões (2) e (3) permitem determinar a quantidade de água presente em determinado volume de ar húmido. Nestas circunstâncias uma massa de ar pode apresentar um diferente poder secante que depende da diferença entre a temperatura do ar e da temperatura do ponto de orvalho. O ser humano face a um ambiente térmico com um alto poder secante sente desidratação e necessita de beber água. Não se pode afirmar que o ar que respiramos ou que nos rodeia de ser ar seco pois está sempre presente vapor de água. Da mesma forma, não se pode referir que se consegue ver o vapor de água.

A humidade relativa do ar, a uma dada pressão, pode ser definida pelo cociente entre a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho e a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ar. Na prática, pode-se afirmar que os seres vivos vivem com a temperatura do ponto de orvalho do ar que os circunda, o que indicia que a temperatura do ponto de orvalho pode suscitar uma necessidade ou um risco para a vida (Talaia; Vigário, 2016).

A circulação de massas de ar na atmosfera é condicionada pela presença de anticiclones ou de ciclones (Holton, 2004). A origem dos ventos e o seu movimento determinam se a massa de ar é rica em vapor de água e para que regiões de deslocam. Se tiverem origem em zonas de elevada evaporação de água e temperaturas altas e se forem movimentadas pelas linhas isobáricas de ciclone para zonas de baixa temperatura, favorecem fenómenos extremos de precipitação e inundações incontroláveis.

A água apresenta como propriedades físicas uma massa volúmica de cerca de 1000kg/m^3 e uma viscosidade dinâmica de cerca de 1cP (centipoise). A água é considerada um líquido não viscoso e favorece regimes de escoamentos turbulentos (Massey, 2002).

Força de arrasto ou força resistente

O deslocamento de um fluido é realizado a partir das suas linhas de corrente que são curvas imaginárias, tomadas através do fluido, para indicar a direção da velocidade em diversos pontos. As linhas de corrente não podem cortar-se, pois, em caso positivo, a partícula (que estivesse no ponto de intersecção das linhas de corrente) teria velocidades diferentes ao mesmo tempo, o que não é possível (Massey, 2002).

A variação da massa de líquido, contida num determinado volume, limitado por uma superfície durante um certo tempo, é igual ao caudal mássico de líquido através dessa superfície, durante o mesmo tempo, ou seja, é igual à massa de líquido que nele entra, diminuída da massa de líquido que dele sai, durante um intervalo de tempo.

O caudal de fluido que escoa pode ser avaliado através da expressão

$$Q_m = \rho A v \qquad (4)$$

em que Q_m representa o caudal mássico, ρ a massa volúmica do fluido, A a área da seção reta de escoamento e v a velocidade média do escoamento.

Um fluido em movimento gera uma força denominada de arrasto definida por

$$F_a = (½)C_aA\rho v^2 \quad (5)$$

em que F_a representa a força de arrasto, C_a o coeficiente de arrasto ou de forma do corpo, A a área da secção reta do corpo projetada segundo o movimento do fluido, ρ a massa volúmica do fluido e v a velocidade do fluido. C_a, parâmetro adimensional, depende do tipo de escoamento função do número de Reynolds que define a relação entre as forças de inércia e as forças viscosas (Massey, 2002; Kay; Nedderman, 2013).

Em zonas urbanas, e em zonas com possibilidade de deslizamento de terras e rochas de pequena dimensão, com elevada precipitação, a força de arrasto deve ser valorizada quando atua perpendicularmente numa área produzindo a pressão atuante. A orientação de uma força atuante obliqua à uma superfície gera duas pressões, uma devida à pressão e outra denominada de tensão de corte. Ambas podem potenciar estragos incontroláveis em objetos de forma diferente, ou seja, a pressão indicada pela força perpendicular à superfície produz momentos fletores e de torção, e as forças cortantes, como o nome diz, são forças tangentes a uma superfície que favorecem o arranque de sedimentos e provocam o chamado cavar em profundidade nos alicerces de barreiras, de casas, de edifícios, de pilares, de deslizamentos, etc.

A água, no seu movimento, gera um tipo de escoamento turbulento em que as forças de inércia são dominantes e nas linhas de corrente deve ser aplicada o Teorema de Bernoulli (Kay; Nedderman, 2013). As linhas de corrente que são bloqueadas no choque com um corpo tornam a energia cinética a tender para zero e provocam o aumento, na mesma intensidade, do valor da energia de pressão, ou seja, a pressão, em altura manométrica, aumenta de $(½)(v^2/g)$.

Em profundidade ou para maior coluna de água, maior será a pressão absoluta que se regista a um nível mais afastado da superfície livre ou interface líquido/atmosfera. A pressão absoluta é determinada pela soma da pressão devida à coluna de água a esse nível de profundidade e da pressão atmosférica ao nível da interface água/atmosfera. Esta situação está em concordância com a Equação Fundamental da Hidrostática (Kay; Nedderman, 2013; Massey, 2002), que mostra ser

$$p_z = p_0 + \rho g z \quad (6)$$

em que p representa a pressão absoluta ao nível z, p_0 a pressão atmosférica, z a altura de coluna de água, ρ a massa volúmica da água e g a aceleração devida à gravidade.

De acordo com a literatura da especialidade (Kay; Nedderman, 2013; Massey, 2002) pode-se escrever para a equação de Bernoulli

$$p/(\rho g) + v^2/(2g) + z = \text{constante}_1 \quad (7)$$

ou

$$p + \rho v^2/2 + \rho g z = \text{constante}_2 \quad (8)$$

em que $p/(\rho g)$ representa a energia de pressão, $v^2/(2g)$ a energia cinética e z a energia de posição ou potencial.

Se a uma linha de corrente for aplicada a expressão de energia (7) e essa linha for bloqueada no seu movimento a pressão p passa a ser $p + \rho v^2/2$ e é chamada de pressão de estagnação, quando é mantida a cota z.

Numa linha de corrente de fluido em escoamento, chama-se ponto de estagnação a um ponto onde a velocidade é reduzida a zero, independentemente de efeitos de viscosidade. Qualquer obstáculo fixo, colocado numa corrente de fluido, dá origem a um ponto de estagnação, na proximidade da região frontal do obstáculo. De salientar que a superfície de contorno do próprio objeto é formada por linhas de corrente (dado que não há escoamento através de uma parede) e o fluido, originalmente em deslocamento ao longo da linha de corrente, que não se pode dirigir-se simultaneamente para a direita e/ou para a esquerda, a velocidade terá de ser nula e gera um ponto de estagnação aumentando a pressão na superfície frontal de contacto. Esta interpretação física é corroborada por muitos projetistas de pontes que usam pilares em forma de cunha na zona de passagem da água e em função da coluna de água.

O conhecimento de algumas propriedades físicas da água é importante. A massa volúmica da água é cerca de 1000 vezes superior à massa volúmica do ar. De acordo com o princípio de Arquimedes qualquer corpo mergulhado num fluido (gás ou líquido) em repouso sofre, por parte deste fluido, uma força vertical debaixo para cima denominada Impulsão, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo (Massey, 2002).

Um fluido tem sempre pressão, mas a intensidade de pressão não pode ser medida diretamente. Todos os instrumentos utilizados na sua medição indicam uma diferença de pressão. Esta diferença é frequentemente a que existe entre o fluido em estudo e a atmosfera envolvente. A pressão da atmosfera (isto é, a pressão ambiente local) é habitualmente utilizada como pressão de referência, isto é, como "zero" da escala das pressões. Nesse caso, a diferença de pressão registada pelo instrumento de medida é designada como pressão manométrica ou pressão relativa. Assim, a pressão absoluta é a pressão dada pela soma da pressão relativa e da pressão atmosférica.

O movimento de um fluido pode ser visualizado como o movimento de diferentes camadas adjacentes. A resistência ao movimento de cada camada do fluido, sobre a camada vizinha, é atribuída à viscosidade do fluido. Newton postulou que, no movimento retilíneo de um fluido, entre planos paralelos, a tensão de corte ou tangencial entre duas camadas adjacentes é proporcional ao gradiente de velocidade na direção perpendicular a essas camadas.

Na aplicação em zonas urbanas com elevada precipitação, a força de arrasto deve ser valorizada quando atua perpendicularmente numa área produzindo a pressão atuante,

quando se fala em risco de inundações e corredores de água que geram caudais anormais que podem ser avaliados através da técnica de medidores de caudal por calha Parshall. Se a força for obliqua favorece a presença de uma pressão num corpo e de tensão de corte em superfícies tangenciais e pode arrastar facilmente grandes corpos sólidos. Na presença de caudais atípicos, o escoamento de água deve ser valorizado para se evitarem catástrofes.

Deslizamento de terra e pequenas rochas favorecido por inundações

O comportamento de um solo saturado, devido a chuva persistente e com alta intensidade, potencia a formação de correntes de água com intensidade de destruição em leitos definidos pela sua passagem. As forças da natureza tornam-se implacáveis destruindo tudo à sua frente, usando como meio a coluna de água em movimento. Como referido anteriormente, as linhas de corrente devem ser interpretadas fisicamente devido a atuação de massa volúmica da água em sedimentos e pequenas rochas, em que o fator 1:2,6 deve ser valorizado.

Junto ao leito criado pela corrente de água, as condições de escoamento são sempre turbulentas, o que potencia uma tensão de corte para o arranque de sólidos ou destruição de comportas, edifícios, pontes e vias rodoviárias ou ferroviárias. É bom lembrar que nas linhas de corrente de água que são bloqueadas, os corpos que se posicionam na corrente de água, são afetados por um aumento de pressão de $\rho v^2/2$ provocando danos irreparáveis através de catástrofe.

Tipos de ambiente térmico, a poluição e o DPOC

As alterações climáticas e o aquecimento global do planeta Terra está a afetar o ar húmido que por sua vez tem a particularidade de condicionar o ambiente térmico através das suas variáveis termohigrométricas e da agitação do ar. Um ambiente térmico pode ser considerado frio, confortável e quente (ISO 7730, 2005). O ser humano está sujeito à sensação térmica que suscita o ambiente térmico, e a sensação térmica pode determinar um estado confortável, de hipotermia ou de hipertermia, numa escala sétima de acordo com a ASHRAE 55 (2004). O conforto térmico baseia-se no estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico circundante (ISO 7730, 2005; ASHRAE 55, 2004). Esta definição implica um certo grau de subjetividade e pressupõe a análise de dois aspetos: aspetos físicos inerentes ao ambiente térmico e aspetos subjetivos inerentes ao estado de espírito do individuo.

Atualmente, o conflito entre o ser humano e a vida selvagem é um fator importante na crise de biodiversidade moderna e mostra ter efeitos negativos devido à destruição de propriedade, particularmente à medida que as alterações climáticas alteram as áreas de distribuição da vida selvagem e as atividades humanas a nível mundial (Fabiano *et al*., 2024). Estes autores sugerem que à medida que o clima se altera, por modificar o ambiente térmico de ecossistemas, há risco de conflito com elefantes asiáticos e africanos para serem preservados.

Num ambiente térmico quente, com a presença de ondas de calor e/ou nas indústrias de fundição (Talaia *et al*., 2007), de cerâmica, de padaria, de vidreira, de incêndio, etc., e num ambiente térmico frio, com a presença de ondas de frio e/ou o exemplo de armazéns frigoríficos, de atividades piscatórias, etc., e num ambiente térmico moderado, como exemplo escritórios, salas de aula, etc., existem, em todos ambientes, efeitos específicos que devem ser valorizados para a saúde pública. O aumento da temperatura acima da zona de conforto térmico do ser humano pode começar a provocar problemas físicos, de natureza subjetiva e de natureza fisiológica, até atingir o limite físico de tolerância do ser humano. Quando o calor sob a forma de energia cedido pelo ambiente circundante ao organismo é superior à capacidade da termorregulação corporal, regista-se um aumento da temperatura interna corporal e o ser humano pode entrar em hipertermia. Um ambiente térmico frio é caracterizado por condições termohigrométricas que podem levar à condição de *stress* por frio (Holmér *et al*., 2000). O *stress* por frio pode estar presente de várias maneiras diferentes, afetando o equilíbrio térmico de todo o corpo, assim como o equilíbrio térmico local das extremidades do corpo, da pele e dos pulmões. A hipotermia, que constitui a patologia geral devida ao frio, dá-se por falência da termorregulação.

A satisfação de todos os indivíduos, inseridos num ambiente térmico, é uma tarefa "quase" impossível, pois um ambiente termicamente confortável para uma pessoa pode ser desconfortável para outra (ISO 7730, 2005). Logo, o ideal seria a criação de um ambiente térmico que satisfaça o maior número de pessoas. O conforto térmico é obtido quando um indivíduo está numa condição de equilíbrio com o ambiente que o rodeia. Ambientes térmicos quentes, frios ou moderados podem desencadear reações físicas e psicológicas em qualquer ser humano.

O ser humano num ambiente térmico é circundado pelo ar húmido com as suas particularidades termohigrométricas, agitação do ar e poluição. Para a análise das condições do ar húmido, sugere-se a aplicação de uma escala de sensação térmica de cores (Talaia; Rodrigues, 2008), de um índice térmico denominado EsConTer para prever a sensação térmica (Talaia; Simões, 2009; Morgado *et al*., 2015) que é numa escala térmica (Es), na sensação de conforto (Con) e por ser térmico (Ter), e um índice para definir o tipo de vestuário denominado índice de isolamento térmico do vestuário (ITV) de acordo com (Talaia, 2018).

O índice térmico EsConTer para uma atividade sedentária (escritório, moradia, escola, laboratório) e com um metabolismo de 70W.m^{-2} ou 1,2met usa a expressão

$$EsConTer = -3{,}75 + 0{,}103(T + T_w) \qquad (9)$$

em que T representa a temperatura do ar (ºC) e T_w a temperatura do termómetro húmido (ºC).

O índice EsConTer, adimensional, numa escala sétima de sensação térmica é de fácil cálculo matemático e de fácil interpretação, dado situar-se na gama de -3 (ambiente térmico muito frio) a +3 (ambiente térmico muito quente).

A percentagem de insatisfeitos que se prevê para um ambiente térmico (PIAT), pode ser calculada pela aplicação do índice PPD que determina a percentagem de insatisfeitos de acordo com a norma ISO 7730 (2005) e em que na expressão original o PMV (voto médio de satisfação) é substituído pelo valor de EsConTer por usar a mesma escala térmica (ASHRAE, 2004; Talaia; Silva, 2015), como se indica na expressão

$$PIAT = 100 - 95e^{-[0,03353\times(EsConTer)^{\wedge}4 + 0,2179\times(EsConTer)^{\wedge}2]} \quad (10)$$

Para prever o Isolamento Térmico do Vestuário (ITV), em unidades de clo, e para uma atividade sedentária, de acordo com Talaia (2018), aplica-se a expressão

$$ITV = -0,7418EsConTer - 0,3250 + 0,0764T_w \quad (11)$$

Em Portugal, a Agência Portuguesa para a qualidade do ar apresenta o Índice da Qualidade do ar (IQar) de uma massa de ar de Muito Bom a Mau para cada poluente (https://qualar1.apambiente.pt/qualar/index.php?page=1&subpage=8). Os valores de referência podem ser consultados em tabela que é assumida para cada ano civil e onde os valores da gama para cada tipo da qualidade de ar são classificados. Por exemplo, considerando os poluentes com concentração em volume consideradas de normais exceto o ozono troposférico, a tabela mostra que na gama [181; 240]µg/m^3 o poluente ozono indica uma qualidade de ar fraca e acima de 240µg/m3 uma qualidade do ar má. A tabela disponibilizada no sítio da Internet mostra o tipo de índice, características gerais de tempo atmosférico e conselhos para a saúde. O IQar é um indicador que traduz o estado da qualidade do ar ambiente no território nacional e permite, através de uma classificação expressa segundo uma escala de cores, orientar o cidadão de forma a adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população.

Os poluentes incluídos no IQar são cinco: dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3) e partículas inaláveis ou finas, cujo diâmetro médio é inferior a 10µm (PM10). São indicados conselhos para a saúde (https://qualar1.apambiente.pt/qualar/index.php?page=1&subpage=8).

A pegada energética pode ser minimizada, adotando uma via de desenvolvimento sustentável por impedir um agravamento no aumento da temperatura do ar, protegendo assim a saúde pública. Shindell *et al*. (2023) quantificaram mortes prematuras atribuíveis à poluição atmosférica e à exposição ao calor por partículas finas (PM2,5) na China, no Sul da Ásia e nos Estados Unidos utilizando projeções de vários modelos climáticos em cenários de emissões elevadas e baixas. O envelhecimento da população refletida pela longevidade sugere uma maior sensibilidade aos riscos do ambiente.

É aceite que um adulto jovem em repouso regista um volume corrente (volume de ar inspirado ou expirado, durante uma inspiração ou expiração) de aproximadamente 500mL e uma frequência respiratória de cerca de 13 inspirações por minuto (Seeley *et al*., 2001;

Vogel, 2003). O sexo, a idade, a altura e a condição física são fatores que influenciam as variações das capacidades e volumes respiratórios de um indivíduo para outro.

Na presença de anticiclone, por ser possível determinar a velocidade máxima do vento, pode este não favorecer a dispersão de um poluente (Holton, 2004). Por exemplo, no caso de intensas trovoadas, estas favorecem a destruição da molécula de oxigénio e o aumento da concentração do ozono troposférico que pode provocar danos a quem sofrer de doença DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica) do tipo DVO (Doença Ventilatória Obstrutiva) – caso de asmáticos ou DVR (Doença Ventilatória Restritiva) – caso de fumadores (Seeley *et al*., 2001).

O ciclone, pelas suas características, é aberto para as intensidades de vento a registar, ou seja, não é possível determinar a intensidade máxima da velocidade do vento e, pode favorecer ventos intensos que dispersam poluentes presentes numa massa de ar (Holton, 2004).

Fatores influenciadores de incêndio florestal

Para a eclosão de um fogo florestal, as condições termohigrométricas do ar húmido, a agitação do ar, a dimensão dos combustíveis, a combustibilidade, a humidade do combustível, o relevo, podem suscitar o aumento da probabilidade de se desenvolverem fogos descontrolados de grandes proporções – incêndios em mata florestal. O verão propicia condições atmosféricas que levam a que se verifique a regra dos três trinta, um ambiente térmico com elevado poder secante e com dias sem precipitação. A capacidade de extinção de incêndio nestas condições é reduzida, embora dependa dos meios operacionais disponíveis, da intensidade e largura da frente de fogo (http://www.prociv.pt/pt-pt/Paginas/default.aspx).

O corpo humano absorve energia que é intersetada pela superfície exposta, cerca de 70-80%. A energia que é absorvida pela superfície externa corporal provoca um aumento da temperatura interna do corpo, por aplicação direta da lei de Stefan-Boltzmann. O corpo humano é maioritariamente constituído por água e esta funciona como um reservatório de calor. Esta situação deve-se ao alto valor da capacidade térmica mássica da água cujo valor é 4185,5J.kg^{-1}. ºC^{-1}. A capacidade térmica mássica do diferencial do corpo humano aceite é cerca de 1400J.kg^{-1}. ºC^{-1}. Se for assumido que a percentagem de água é de 70% para um ser humano com 75kg de massa, facilmente se conhece a capacidade térmica mássica ponderada do corpo humano e, portanto, a quantidade de energia sob a forma de calor que favorece o aumento da temperatura (Talaia; Ferreira, 2010), através da expressão

$$Q/\Delta T = \Sigma m_i c_i \qquad (12)$$

em que Q representa a quantidade de energia sob a forma de calor envolvida no processo (J), ΔT a diferença de temperaturas (ºC), m_i a massa do elemento i (kg) e c_i a capacidade térmica do elemento i (J.kg^{-1}. ºC^{-1}).

Nestas condições, o valor estimado para $Q/\Delta T$ é de 251kJ. $ºC^{-1}$ e o seu significado físico, para uma pessoa adulta que tenha problemas de transpiração, é de que um aumento da temperatura interna do corpo humano de 1 ºC provoca 251kJ de energia que deve ser dissipada (Talaia; Ferreira, 2010).

A título de exemplo, e para uma potência P de $10kW.m^{-2}$ que interseta uma área de frente do corpo humano de $0,6m^2$, o cálculo da expressão

$$\Delta t/\Delta T = mc/P \quad (13)$$

permite determinar um valor de cerca de 42s. $ºC^{-1}$, e a sua interpretação física sugere que em cada intervalo de tempo de cerca de 42s é registado um aumento da temperatura interior do corpo humano de cerca de 1 ºC.

As roupas devem ser confecionadas com alguma "folga" de modo a permitirem a formação de correntes de convecção e estas serem capazes de acelerar a taxa de evaporação (devida à transpiração) e o consequente arrefecimento do corpo humano (Eskinazi, 1975; Moran *et al*., 2020).

Na prática e para haver compensação ou equilíbrio térmico, é necessário que a superfície corporal possa eliminar uma quantidade de líquido de suor para a transferência de energia sob a forma de calor por evaporação para reduzir a temperatura corporal. Esta avaliação é realizada a partir do conceito físico de calor de transformação L ou de variação de entalpia e dada através da expressão

$$Q = \rho VL \quad (14)$$

em que Q representa a energia necessária, ρ a massa volúmica da água, V o volume da água (espessura média da água na superfície da pele molhada). O calor de transformação depende da temperatura, mas para a atmosfera o valor típico de $2,6\times10^6 J.kg^{-1}$. $ºC^{-1}$ é aceite (Iribarne; Cho, 1980).

Assim, através de manipulações matemáticas, é possível obter

$$V/\Delta t = P/(\rho L) \quad (15)$$

resultando numa necessidade de 0,96L de água por hora (Talaia; Ferreira, 2010).

Num incêndio florestal, é determinante conhecer o poder do fogo para avaliar a quantidade de água necessária para o operacional, adotar estratégias de combate e proteção para o corpo físico, conhecer os riscos que o grupo de bombeiros poderá enfrentar e fazer prevenção de evacuação se necessário. Na frente de combate a um incêndio florestal, o bombeiro deve ter conhecimento dos riscos envolvidos.

A hipoxia pode acontecer por patologia na rede alveolar que serve a circulação pulmonar ou pela diminuição da concentração de oxigénio afetando a pressão parcial necessária para se realizar o processo de trocas gasosas de forma eficiente em termos de qualidade de vida. É a pressão parcial do oxigénio que permite que as trocas gasosas a nível da circulação pulmonar sejam realizadas através da difusão nos pulmões (do oxigénio para o sangue), normalmente a uma pressão parcial do oxigénio de cerca de 150mmHg, ao nível das águas do mar. Esta problemática de saúde pública pode acontecer durante o combate a incêndio florestal por se registar diminuição da concentração de oxigénio e aumento da concentração do dióxido de carbono e monóxido de carbono (Seeley *et al*., 2001).

Interpretação de imagens face aos fundamentos teóricos para diferente contexto

Neste item serão apresentadas imagens que mostram como as forças da natureza atuam face à presença de fenómenos atmosféricos extremos.

Com a presença de chuvas de elevada precipitação são geradas situações, muitas delas imprevisíveis, em que os meios da proteção civil se tornam insuficientes devido a deslizamento de terra e objetos.

A Figura 7 mostra situações na Ribeira Quente, ilha da Terceira no Arquipélago dos Açores (https://www.youtube.com/watch?v=LqAg6ZNUzIM). A quantidade de água faz as linhas de corrente acelerarem provocando inundações e o arrasto de detritos, objetos e lama. As forças atuantes provocadas pelo aumento abrupto da energia de pressão são destruidoras na sua passagem. É bom lembrar que para um meio em repouso, a relação entre a densidade de água e a densidade de pequenas rochas é cerca de 1:2,6.



Fonte: Adaptado de <https://www.youtube.com/watch?v=LqAg6ZNUzIM>.

Figura 7. Deslizamento de terra e objetos na Ribeira Quente.

No entanto, também, para chuvas de precipitação intensa, as vertentes com grande inclinação vertical face à horizontal, podem desmoronar face ao afogamento do terreno. A Figura 8 mostra uma situação em que as intensas chuvas persistentes tornaram a vertente de uma via rodoviária perto de Tabuaço, norte do distrito de Viseu, Portugal, vulnerável a

colapso e invasão da via rodoviária (https://www.facebook.com/MeteoTrasOsMontes). A infiltração da água ao preencher toda a rede interna porosa da vertente tornou-a instável com consequente rotura da superfície de equilíbrio de suporte da massa gravítica.



Fonte: Adaptado de <https://www.facebook.com/MeteoTrasOsMontes>.

Figura 8. Superfície de suporte e colapso.

Inequivocamente, como se mostrou nos fundamentos teóricos, uma energia de pressão, de um escoamento turbulento de água, é capaz de destruir infraestruturas construídas pelo ser humano. Como mostra a Figura 9, a estrada rodoviária ficou interrompida ao trânsito, entre Monforte e Veiros, Estremoz, Portugal, devido a intensidade da força da água e ao facto de a sua força de corte ter abalroado as faixas rodoviárias da via pública. A dinâmica do escoamento da água, por ser um fluido considerado não viscoso, quando a sua coluna de água aumenta, procura canais de progressão e nesta situação desloca facilmente o leito de partículas destruindo quer o suporte da via quer o tapete à superfície da das faixas de rodagem (https://linhasdeelvas.pt/2022/12/22/transito-condicionado-no-ip2-devido-a-abatimento-parcial-da-estrada-em-monforte/).

Nas catástrofes é assumido ser a energia de pressão a responsável pelo abalroamento e transporte de partículas sólidas, devido ao bloqueio da passagem da linha de corrente com a sua energia cinética. Se esta é bloqueada, provoca um aumento abrupto da energia de pressão para a mesma energia potencial. De acordo com a interpretação física da força de arrasto gere normalmente uma pressão e uma tensão de corte, atuando numa área. Esta, num corpo que impede a passagem livre da água, faz as linhas de corrente inclinarem-se para o fundo ou base do leito, com consequente arranque e transporte dos mais variados corpos sólidos.



Fonte: Adaptado de <https://linhasdeelvas.pt/2022/12/22/transito-condicionado-no-ip2-devido-a-abatimento-parcial-da-estrada-em-monforte/>.

Figura 9. Via rodoviária entre Monforte e Veiros.

Se a teoria da propagação do erro for considerada para a expressão da força de arrasto, chega-se à conclusão de que o erro relativo da força de arrasto depende, essencialmente, do erro relativo da área do corpo segundo o plano perpendicular do escoamento do fluido e do erro relativo da intensidade da corrente de água. Nestes termos, o peso relativo da intensidade da velocidade do fluido tem fator duplo o que sugere que para a mesma área transversal de um corpo um aumento da intensidade da velocidade de fluido de 20% implica um aumento de 40% da intensidade da força de arrasto, aumentando abruptamente a pressão e a tensão de corte no corpo, o que facilita o seu movimento e uma destruição imprevisível.

Com chuvas de precipitação intensas, pode ser favorecido o aumento da altura da coluna de água com o seu deslocamento. Nestas situações, as viaturas estacionadas ou em movimento tornam-se mais leves devido à presença da força de impulsão que passa a dominar o peso das viaturas, alterando a sua massa volúmica. Um exemplo, foi o impacto de inundações dinâmicas, como se registou em Lisboa, Portugal, em que a coluna de água se tornou significativa e potenciou intensas correntes de água que não só inundaram locais e vias rodoviárias como fizeram deslocar viaturas sem dificuldade devido à energia de pressão que é suscitada e à presença da força de impulsão, como se mostra na Figura 10 (https://www.jn.pt/local/noticias/lisboa/lisboa/carros-submersos-e-ruas-alagadas-videos-mostram-inundacoes-em-lisboa-15447642.html).



Fonte: Adaptado de <https://www.jn.pt/local/noticias/lisboa/lisboa/carros-submersos-e-ruas-alagadas-videos-mostram-inundacoes-em-lisboa-15447642.html>.

Figura 10. Carros danificados.

A observação da Figura 10 mostra carros submersos e ruas alagadas. Há viaturas que são arrastadas pois, face a massa volúmica da água, apresentam uma massa volúmica que potencia a flutuação e o consequente arrastamento com impactos imprevisíveis.

Hoje, quando se fala nas alterações climáticas deve-se valorizar a possibilidade de haver riscos para o ser humano através de catástrofes pois as notícias mostram não haver atualmente uma zona impermeável às intempéries. Um exemplo é descrito para o dia de 8 de dezembro de 2022 através de cartas meteorológicas do IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) em que mostraram que massas de ar eram originadas do Norte de Africa, origem esta em que há uma evaporação elevada e ativa com consequente enriquecimento da quantidade de vapor de água na atmosfera. O ciclone que afetava a costa portuguesa mostrava que os ventos que traziam essas massas de ar, via Norte de Africa, ao entrarem em Portugal Continental eram obrigados a arrefecer e a respetiva condensação do valor de água formou nuvens geradoras de precipitação ininterrupta, com consequentes inundações. O local onde o autor reside, ligação entre Carvoeiro e Sernada do Vouga, Portugal, não foge à imprevisibilidade da natureza e as chuvas intensas ao longo de vários dias fez deslizar parte da vertente da estrada, pondo em perigo quem atravessasse a via pública, como se mostra na Figura 11. Os factos observados sugerem que, no futuro, a habitação construída acima da vertente poderá ser vulnerável ao risco de instabilidade e derrocada se nenhuma ação, entretanto, for tomada. De facto, a imagem mostra que a inclinação da vertente não parece ser estável face ao ângulo de suporte de terra gerado pela própria natureza.



Fonte: Imagem do autor.

Figura 11. Deslizamento de terras – estrada entre Sernada e Carvoeiro, Águeda.

Inundações recorrentes, a cada ano, registadas na zona envolvente do baixo-Vouga têm bloqueado o acesso dos residentes às suas habitações. A zona ribeirinha de Águeda, Portugal, não foge ao ciclo de em cada ano potenciar tanta angústia aos moradores da zona baixa de Águeda. A Figura 12 mostra inundação na zona ribeirinhas do concelho de Águeda. É uma questão problemática que se repete a cada ano com invasão das águas para a zona habitacional e comércio, fazendo muitas vezes a interdição das vias de comunicação por terra. A subida das águas do rio Águeda é algo esperado a cada ano. A responsabilidade deste quadro anormal, ou quiçá normal, é das chuvas intensas e persistentes.



Fonte: <https://www.jb.pt/2021/02/inundacoes-nas-zonas-ribeirinhas-do-concelho-de-agueda-com-fotos/>.

Figura 12. Zona ribeirinha de Águeda na ponte.

As zonas consideradas mais baixas face à coluna de água que se forma são as problemáticas. Se o tempo atmosférico é responsável por inundações atípicas, também o é face à melhoria das condições, ou seja, a descida gradual da coluna de água converge para a abertura da circulação rodoviária de modo a que a vida volte ao normal.

Nestas circunstâncias, a zona envolvente do baixo-Vouga foi notícia de 20 dezembro 2019, informando que a autoestrada A25 tinha reaberta ao trânsito na zona de Albergaria-a-Velha, Portugal. Na prática, a circulação na A25 tinha sido fechada ao trânsito, devido à existência de água na via rodoviária, nos dois sentidos, entre o nó do estádio municipal de Aveiro e o nó de Angeja perto de Albergaria-a-Velha. O corte à circulação rodoviária deveu-se à existência de um lençol de água na A25. As águas do rio Vouga galgaram as suas margens (em diferentes zonas como por exemplo S. João de Loure e Angeja) e a subida das águas assim como a inundação de campos agrícolas ultrapassaram a cota de segurança para a circulação rodoviária. Esta situação jamais poderia ocorrer, pois as vias rodoviárias rápidas devem estar, sempre, acima da linha de segurança relativamente a inundações. O corte da passagem de viaturas no nó do estádio municipal em Aveiro para Viseu, foi impróprio pois os automobilistas ao serem obrigados a entrarem na A17 (em direção ao Sul) sujeitos a stress, pois o transito estava bloqueado. A saída para a rotunda que faz a via rodoviária entre Aveiro e Oiã estava quase bloqueada o que fez o trânsito não fluir em algumas horas. O autor vivenciou esta problemática e questiona-se o porquê de a segurança não estar antes localizada no nó entre a via rodoviária Aveiro – Cacia para a A25? Entrar na A25 foi entrar num labirinto sem solução imediata. A alternativa demorada passou por usar, depois da saída da A17, a via rodoviária Aveiro – Oiã e entrar na A1 para sair em Albergaria-a-Velha. A Figura 13 (https://www.jn.pt/local/noticias/aveiro/aveiro/a25-cortada-em-aveiro-devido-a-agua-na-autoestrada-11641222.html) mostra o estado do tempo atmosférico na A25.



Fonte: <https://www.jn.pt/local/noticias/aveiro/aveiro/a25-cortada-em-aveiro-devido-a-agua-na-autoestrada-11641222.html>.

Figura 13. Autoestrada A25.

Uma outra notícia faz referência que o mau tempo trouxe cheias e inundações ao Concelho de Albergaria-a-Velha (https://www.terranova.pt/noticia/sociedade/mau-tempo-trouxe-cheias-e-inundacoes-ao-concelho-de-albergaria-velha) tendo os rios Vouga e Caima inundado margens de campos agrícolas e zonas urbanas. Na zona da Sernada-do-Vouga, ao longo de anos, está bem vincada a ação da força de corte da água do rio

Vouga em inundações. A jusante da ponte de Sernada (que serve a via ferroviária e a via rodoviária) tirar toneladas de areia do rio fez o leito ficar descaracterizado e as grandes covas para a retirada de areia, para diferentes aplicações, foram preenchidas pela retirada de areia da margem esquerda do rio Vouga a montante da ponte (Figura 14). Terras de lavradio desapareceram e o leito do rio foi deslocado para a margem esquerda. Esta situação tem a ver com a ação da força de corte devido a um regime turbulento que cavou toda a margem esquerda de terras de cultivo. As linhas de corrente mostraram o aumento da força de arrastamento de detritos. Os pilares da ponte tiveram de ser defendidos, mais tarde, através de duas condições: um dique a jusante foi construído com enormes pedras para segurar a coluna de água e minimizar a energia cinética que condiciona a tensão de corte e foi realizada uma construção de base em betão armado nos pilares da ponte. Na reparação dos pilares da ponte houve o cuidado de darem atenção à altura normal da coluna de água, por ser construída em forma de cunha segundo a linha de corrente longitudinal do rio. Esta situação fez reduzir abruptamente o efeito da anulação da energia cinética no aumento da energia de pressão.



Fonte: Imagem do autor.

Figura 14. Ponte ferroviária e rodoviária do rio Vouga, Sernada do Vouga (Portugal).

A Figura 15 mostra inundações em Luanda, Angola, através da notícia de 16 de março de 2021, em que as condições anómalas de tempo atmosférico gerou precipitação intensa e causou grandes dificuldades ao trânsito e população em geral (https://www.publico.pt/2021/03/16/mundo/noticia/morte-duas-criancas-desaparecidas-inundacoes-luanda-1954670). As chuvas torrenciais causaram inundações, quedas de árvores, desabamentos de casas e obrigou ao corte de várias vias de comunicação rodoviárias. Foi reportado que as grandes massas de água em movimento deslocaram detritos e lama dificultando a circulação de moradores (https://novojornal.co.ao/sociedade/interior/chuvalixo-aguaceiros-param-luanda-e-anunciam-

catastrofe-101867.html e https://guardiao-ao.com/2021/04/19/video-inundacoes-e-charcos-em-muitas-zonas-de-luanda/).



Fonte: <https://www.publico.pt/2021/03/16/mundo/noticia/morte-duas-criancas-desaparecidas-inundacoes-luanda-1954670>.

Figura 15. Inundações em Luanda, Angola.

Catástrofes são registadas em diferentes partes do planeta Terra. Por exemplo, a Figura16 mostra, para o dia 4 de abril de 2021, o que aconteceu na zona envolvente da cidade Dili – Timor-Leste.



Fonte: <https://tvi24.iol.pt/videos/internacional/as-imagens-que-chegam-das-cheias-em-dili/606982c10cf280db4101a31e>.

Figura 16. Inundações em Dili, Timor-Leste.

A Figura 16, na sua globalidade, mostra a ação da intensidade da força de corte e como em bloqueio das linhas de corrente uma alta energia cinética faz aumentar abruptamente a energia de pressão que provoca estrados. Observa-se o cavar de uma zona onde uma habitação teve graves problemas de equilíbrio. O planeamento urbano deve considerar sempre os vários tipos de escoamento da água e potenciar zonas de desastre colocando barreias protetoras que encaminhem as linhas de corrente pelos obstáculos

não gerando os chamados turbilhões que podem cavar alicerces ou barreiras. Um balanço total dos estragos (https://tvi24.iol.pt/videos/internacional/as-imagens-que-chegam-das-cheias-em-dili/606982c10cf280db4101a31e e https://expresso.pt/internacional/2021-04-04-Timor.-Inundacoes-em-Dili-provocam-pelo-menos-11-mortos-a02728b3) mostrou que se registaram danos avultados em casas privadas, estabelecimentos comerciais, várias infraestruturas de edifícios incluindo estradas e pontes. Uma melhoria do tempo atmosférico associado à presença de maré baixa permitiu que grandes massas de água que atingiram cerca de 2m coluna de água escoassem em direção ao mar. No entanto muita da população foi obrigada a abandonar as suas residências. A Avenida Portugal foi afetada devido ao facto de o pavimento ter abatido o que indicia uma energia cinética significativa que suscitou alta tensão de corte e pressão de estagnação.

Os fenómenos extremos são, muitas vezes, responsáveis pela dinâmica da agitação marítima. Neste quadro, a proteção civil mantém a população sob aviso e com informação de estratégias a adotar para preservar a segurança. A Figura 17 é um exemplo da intensa agitação marítima e da força das ondas na sua rebentação.



Fonte: Imagem do autor.

Figura 17. Agitação marítima anormal.

A interpretação da altura de rebentação da onda face a um obstáculo, como se observa na Figura 17 deve-se à elevada força de corte provocada pela intensidade do vento na interface água / atmosfera que provoca um aumento do gradiente de velocidades da camada superficial da água, favorecendo o aceleramento das camadas da água com o agravamento da amplitude da onda.

No verão, se a atmosfera gerar condições atmosféricas para a regra dos três trinta, são criadas condições para a prevenção de incêndios e alertas são difundidos pela proteção civil e pelo Instituto de Meteorologia da Atmosfera e do Mar às populações. A Figura18 mostra o eclodir de um incêndio onde são indicadas as movimentações do ar, favorecendo na zona de grande potência de fogo, a convergência do ar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18. Correntes convergentes do ar no eclodir de um incendio florestal.

Face às alterações climáticas e aquecimento global, a Organização Internacional para Migrações (OIM) alertou, em 2022, para agravamento de crise humanitária nas regiões que sofrem com os conflitos e com as alterações climáticas (Figura 19).



Fonte: <https://news.un.org/pt/story/2022/04/1785572>. IOM/Olivia Headon.

Figura 19. A seca na Africa.

A Figura 19 ilustra a dificuldade da sobrevivência de uma população face ao aquecimento global. Um olhar atento, sugere que deveriam ser tomadas medidas de sustentabilidade e de proteção com ações para uma vida simples, mas de sobrevivência. A pouca água, ainda existente, como sustentadora da vida, nestas regiões, está a ser lançada através do aumento da taxa de evaporação na atmosfera. De facto, o aquecimento global

tem potenciado, por exemplo, a seca em décadas no Corno da África e a sua população desloca-se, sem êxito, para zonas mais verdejantes, para defenderem a vida dos seres vivos. A estimativa mostra que milhões de pessoas sejam severamente afetadas pela seca no Quênia, na Somália e na Etiópia (https://news.un.org/pt/story/2022/04/1785572).

A OIM alerta para a falta de chuvas agravar a crise humanitária na região, e de acordo com a ONU, a atual seca tem sido especialmente severa, por aumentar o risco de fome e desnutrição, ao destruir pastagens e ao secar pontos de água.

A ciência já demostrou que a sustentabilidade é alcançada através do Desenvolvimento Sustentável, definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. Cabe aos meios políticos adotarem medidas de proteção para que as gerações futuras não sejam aprisionadas por falta de decisões na atualidade, a saber no social, no ambiental e no económico. Sublinha-se a importância da proteção dos recursos naturais e a forma como são utilizados, quer individualmente quer coletivamente.

Considerações finais

Os fundamentos teóricos apresentados são a ponte para a interpretação física dos fenómenos observados através de diferentes imagens.

Imagens mostraram o colapso do equilíbrio sustentável de zonas urbanas e rústicas, do impacto em pavimentos de estradas, habitações com derrocada, problemas da altura de coluna de água acima de níveis de segurança, conhecimento da energia cinética das linhas de corrente da água de modo a proteger zonas com barreiras que reduzam o cavar em profundidade e a energia de pressão em pontos de estagnação e outras situações.

As imagens de deslizamento de terra e/ou pequenas rochas e inundações mostram que o ser humano tornou-se impotente para dominar as forças da natureza. A este respeito linhas de investigação podem ser sugeridas, considerando que as alterações climáticas e consequente aquecimento global não devem ter as "*costas*" assim tão largas para justificar inundações, deslizamentos e catástrofes.

Muito do que está a acontecer tem suporte no planeamento das Câmaras Municipais face a projetos apresentados por gabinetes de engenharia e arquitetura. A construção urbana tem favorecido a impermeabilização da superfície terrestre. Por outro lado, a falta de sumidouros, solos a céu aberto, paredões de defesa, túneis dimensionados e apropriados para extremos de precipitação são determinantes para o não agravamento de aluimento de terra e aumentar a força da água, com consequências para infraestruturas, edifícios, e abalroamento de carros estacionados. Os túneis a construir para escoamento de água devem considerar como limitação as curvas que forçam as linhas de corrente do fluido, aumentando a tensão de corte e pressão e não estrangular a capacidade de escoar livremente caudais de água, devido a inundações extremas.

Os decisores devem garantir a manutenção da permeabilidade dos solos para ser possível escoar a água em excesso em situações de fenómenos extremos. Na prática, a construção de edifícios ou pavimentação de solos não pode ser realizada contra a vontade da natureza.

Adicionalmente, a desflorestação e os incêndios potenciam encharcamento devido a chuvas intensas. Uma cidadania para eventuais riscos, na formação cívica, sugere um alicerce para o respeito da natureza. A escola deve ser um elo forte na formação de futuros cidadãos numa Educação para o Risco.

Imagens mostraram como as alterações climáticas potenciam riscos para a saúde pública. Conhecer o tipo de ambiente térmico através da sensação térmica e do vestuário permite gerar pontes de investigação, assim como a valorização de ambiente térmico que facilita a mobilidade de vírus para doenças DPOC.

Como consideração final, o ser humano deverá ter sempre presente a questão: até onde se situará o patamar de segurança?

Referências

AHRENS, C. D. **Essentials of Meteorology:** An Invitation to the Atmosphere. Sixth Edition Brooks/Cole, Cengage Learning, Belmont, USA. 2012

AHRENS, C.D.; HENSON, R. (). **Meteorology Today:** An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, 13 Ed. Brooks/Cole, Cengage Learning, Belmont, USA. 2019.

ASHRAE 55. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta: ASHRAE. 2004.

ESKINAZI, S. **Fluid Mechanics and Thermodynamics of our environment**. Academic Press Inc, New York. 1975.

FABIANO E.; KATRAK-ADEFOWORA R.; LARSEN A.; LOCKMANN T.M.; ROEHRDANZ P.R. Effects of climate, land use, and human population change on human-elephant conflict risk in Africa and Asia. **Proc Natl Acad Sci** U S A. 121(6): e2312569121. doi: 10.1073/pnas.2312569121. 2024.

HOLMÉR, I. Cold stress: Part II—The scientific basis (knowledge base) for the guide. **Elsevier Ergonomics Book Series**, 1, 357-365. 2000.

HOLTON, J. R. An Introduction to dynamic meteorology. **International Geophysics Series**, vol. 88. Elsevier Academic Press, Fourth Edition. San Diego – California, USA. 2004.

IPCC. **AR6 Climate Change 2021:** Impacts, Adaptation and Vulnerability. The Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/ (online 27set2020). 2020.

IPCC. **Mudança do Clima 2021 A Base Científica**. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Editado por Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai et al. Original impresso em outubro de 2021 pelo

IPCC, Suíça. Cópias eletrónicas do Sumário para Formuladores de Políticas original estão disponíveis no site do IPCC, www.ipcc.ch ISBN 978-92-9169-158-6. 2021.

IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001. 2023.

IRIBARNE, J. V.; CHO, H. R. **Atmospheric physics**. R. Reidel Publishing Company, Dordrecht. 1980.

IRIBARNE, J. V.; GODSON, W. L. Atmospheric thermodynamics, **Geophysics and Astrophysics Monographs**, vol 6, R. Reidel Publishing Company, London. 1981

ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment**–Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organization for Standardization. 2005.

KAY, J.M.; NEDDERMAN, R.M. **An Introduction to Fluid Mechanics and Heat Transfer:** With Applications in Chemical & Mechanical Process Engineering. Cambridge University Press. 2013.

MASSEY, B. S. **Mecânica dos Fluidos.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 2002

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N.; BOETTNER, D. D.; BAILEY, M. B. **Fundamentals of Engineering Thermodynamics**. Editor Jonh Wiley & Sons, Inc. 2020

MORGADO, M.; TALAIA, M.; TEIXEIRA, L. A new simplified model for evaluating thermal environment and thermal sensation: An approach to avoid occupational disorders. **International Journal of Industrial Ergonomics**. 1-13. 2015

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, 360(6392), 987-992. 2018.

SEELEY, R.; STEPHENS, T. D.; TATE, P. **Anatomia & Fisiologia**, Lusodidacta, Lisboa. 2001

SHINDELL, D.; FALUVEGI, G. E.; ZHANG, Y. Reductions in premature deaths from heat and particulate matter air pollution in South Asia, China, and the United States under decarbonization. **Environmental Sciences**. https://doi.org/10.1073/pnas.2312832120. 2023.

TALAIA, M. **Como prever o isolamento térmico do vestuário para um ambiente térmico**. Pluralidade na Diversidade de Riscos. Estudos Cindínicos. Editor: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Coords. Luciano Lourenço e Fátima Castro, ISBN 978-989-54295-5-4 e ISBN Digital 978-989-54295-4-7, 117-132. 2018.

TALAIA *et al.* Calor nas Indústrias. Reportagem de Maria Cardoso. **Revista mensal de Saúde e Segurança do Trabalho**. Abril/2007. Protecção, 184, 32-54. 2007.

TALAIA, M.; FERREIRA, V. Stress Térmico na Frente de Fogo no Combate a Incêndio Florestal: Avaliação de Risco. **Territorium**, 17, 85-93. 2010

TALAIA, M.; SILVA, M. Risco da construção do conhecimento de alunos num ambiente

térmico quente. **Territorium** 22, 229-238. 2015

TALAIA, M.; RODRIGUES, F. Conforto e Stress Térmico: Uma Avaliação em Ambiente Laboral. Proceedings CLME'2008 / II CEM. 5º Congresso Luso – Moçambicano Engª e 2º Congresso de Engª de Moçambique. Maputo. Editores Silva Gomes, J. F., António, C. C., Clito F. Afonso, C.F & Matos, A. S., Edições INEGI. Artigo 11A020, 15 páginas. **Anais**[...]. 2008.

TALAIA, M.; SIMÕES, H. EsConTer: um índice de avaliação de ambiente térmico. In: V Congresso Cubano de Meteorologia. Somet-Cuba, Sociedade de Meteorologia de Cuba, 1612-1626. **Anais**[...]. 2009

TALAIA, M.; VIGÁRIO, C. **Temperatura de ponto de orvalho:** um risco ou uma necessidade. Geografia, Cultura e Riscos. Livro de Homenagem ao Prof. Doutor António Pedrosa. Luciano Lourenço (Coords.), Imprensa da Universidade de Coimbra. 2016

VOGEL, S. **Comparative Biomechanics**, Life's Physical Word, Princeton University Press, Princeton and Oxford. 2003.



Rio Madeira/RO
Autor: João Paulo Assis Gobo - PPGG/UNIR

DESAFIOS CLIMÁTICOS NA AGRICULTURA: ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA CLIMÁTICA NO SOLO E NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SUL E SUDESTE BRASILEIRO

CLIMATE CHALLENGES IN AGRICULTURE: A STUDY ON THE CLIMATIC INFLUENCE ON SOIL AND AGRICULTURAL PRODUCTION IN SOUTHERN AND SOUTHEASTERN BRAZIL

DESAFÍOS CLIMÁTICOS EN LA AGRICULTURA: ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL SUELO Y LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL SUR Y SURESTE DE BRASIL

DÉFIS CLIMATIQUES EN AGRICULTURE : ÉTUDE SUR L'INFLUENCE CLIMATIQUE SUR LE SOL ET LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LE SUD ET LE SUD-EST DU BRÉSIL

Sabrina da Costa Gangá[1]
Wellynne Carla de Sousa Barbosa[2]
Bruna Pires dos Santos[3]

1 Graduanda do Departamento de Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7206-6316. E-mail: sabrinacganga@ufrj.br.
2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5885-1631. E-mail: wellynnekarla@gmail.com.
3.Doutoranda do Planejamento Ambiental-COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4746-2944. E-mail: bruna.pires@ppe.ufrj.br.

Introdução

O aumento das temperaturas médias da superfície terrestre, conhecido como aquecimento global, começou a atrair a atenção internacional e despertar interesse entre os pesquisadores. Isso ocorreu com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC em 1988, cujos relatórios desde então têm buscado integrar conhecimento sobre as alterações climáticas globais. No entanto, durante a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, foi estabelecida a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). A partir desse momento, diversos países passaram a adotar medidas conjuntas, compreendendo a natureza global das mudanças climáticas (Marengo, 2014).

Nas últimas décadas, tanto a região sul quanto a sudeste do Brasil tem enfrentado um aumento na frequência de eventos climáticos extremos. Enquanto a região sudeste registrou fortes temporais, tanto no verão quanto no inverno, e a seca de 2014-2015, considerada a pior dos últimos 80 anos, que afetou a segurança hídrica e energética nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, o sul enfrenta um cenário de inundações em 2024. As temperaturas também têm apresentado elevações significativas em ambas as regiões, com registros de 1°C a 2°C acima da média entre 1961 e 1990. No entanto, de acordo com o relatório de avaliação nacional do PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas), publicado em 2013 (PbmC, 2014a), existem indicativos de que esses eventos serão cada vez mais intensos e mais frequentes em um futuro com temperaturas mais elevadas (Marengo, 2014).

O modelo agrícola convencional predominante, tanto no território brasileiro quanto mundial, também emerge como um dos principais agentes causadores da degradação dos solos e da contaminação das bacias hidrográficas. A produção de monoculturas no Brasil, como soja, milho, cana-de-açúcar e café, características do agronegócio, é responsável por grande parte da degradação dos biomas brasileiros através dos desmatamentos, perda de biodiversidade florística e faunística, contaminação e degradação dos recursos hídricos pelo uso indiscriminado de agroquímicos, destruição das matas ciliares além do empobrecimento dos solos, que perdem suas funções ecológicas devido à intensificação de plantios (Lopes *et al.*, 2014).

Ao entender como as características físicas do solo interagem com eventos climáticos específicos, conhecendo os diferentes níveis de precipitação, os agricultores e pesquisadores podem desenvolver estratégias de manejo adaptativo. Isso inclui práticas agrícolas mais resilientes e medidas de conservação do solo que levem em consideração as condições específicas do solo e as variações climáticas recentes. Para isso, neste trabalho, buscou-se analisar os trabalhos realizados através de um levantamento bibliográfico dos estudos, no recorte temporal de 2000-2024, sobre as alterações nos parâmetros de qualidade do solo que influenciam no mesmo e na produção.

Nesse contexto, este trabalho se propõe a realizar uma análise qualitativa dos dados e informações através do levantamento bibliográfico para avaliar as transformações no solo e

na produção agrícola nas últimas duas décadas, especialmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. O objetivo é destacar as estratégias adaptativas em práticas de manejo sustentáveis, visando melhorar a resiliência da agricultura diante das condições climáticas adversas.

Relação entre mudanças climáticas, agricultura e degradação ambiental

As mudanças climáticas são resultadas de um conjunto de processos acumulativos com implicações globais (Souza; Corazza, 2017). As consequências incluem secas mais prolongadas, tempestades mais intensas e mais frequentes, aquecimento dos oceanos, subida do nível médio do mar, perda de espécies, aumento da vulnerabilidade social e insegurança alimentar. O IPCC atribui essas mudanças ao aumento das emissões de gases de efeito estufa por ações humanas, constatando aumentos significativos de N2O, CO2 e CH4 na atmosfera entre 1750 e 2005 (Silva, 2007).

A agricultura contribui significativamente para essas emissões. Globalmente, o sistema produtivo de alimentos é responsável por cerca de 30% das emissões de gases de efeito estufa, com 22% de CO2, 80% de N2O e 55% de CH4 (Carvalho, 2021; Bayer, 2011). No Brasil, a agropecuária emite 75% de CO2, 94% de N2O e 91% de CH4. Culturas como soja, milho, arroz e trigo são as principais fontes emissoras. A produção de carne, ocupando 75% das áreas agricultáveis, gera apenas 12% das calorias globais e é responsável por 9% das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (Schuck *et al.*, 2018). As produções de grãos no bioma da Mata Atlântica, como soja, milho, arroz, feijão e trigo, por exemplo, representam as principais fontes emissoras de CO2 e N2O. No caso da produção de arroz, característica por seus sistemas alagados, a emissão de CH4 é mais importante. Isto se deve principalmente por conta do tipo de manejo de solo para o plantio das culturas com aplicação de insumos químicos nitrogenados (Santos, 2017). É importante destacar também que a maior parte desses grãos não tem como destino direto a alimentação humana, mas sim a produção de ração para gado . E a produção de carnes, por sua vez, embora necessite de grandes extensões de terra, ocupando atualmente cerca de 75% das áreas agricultáveis do planeta, corresponde a somente 12% das calorias consumidas globalmente (Schuck *et al*., 2018).

Estima-se ainda que os rebanhos bovinos correspondam a 9% do total de gases de efeito estufa produzidos por ação antrópica. Este percentual supera o do setor de transportes, caracterizado popularmente por seu potencial poluidor. No Brasil, por exemplo, no ano de 2008, se descartadas as emissões de gases de efeito estufa pelas queimadas e desmatamentos, a pecuária seria responsável por cerca de 42% das emissões no país (Zen *et al*., 2008). Segundo o Censo Agropecuário do IBGE de 2017, embora o agronegócio seja responsável pela maior parte da produção, também emite grandes quantidades de gases prejudiciais à atmosfera e ocupa a maior parte das terras disponíveis para cultivo no país. Por outro lado, os agricultores familiares alimentam aproximadamente 70% da população brasileira, ocupando apenas 23% das terras agricultáveis.

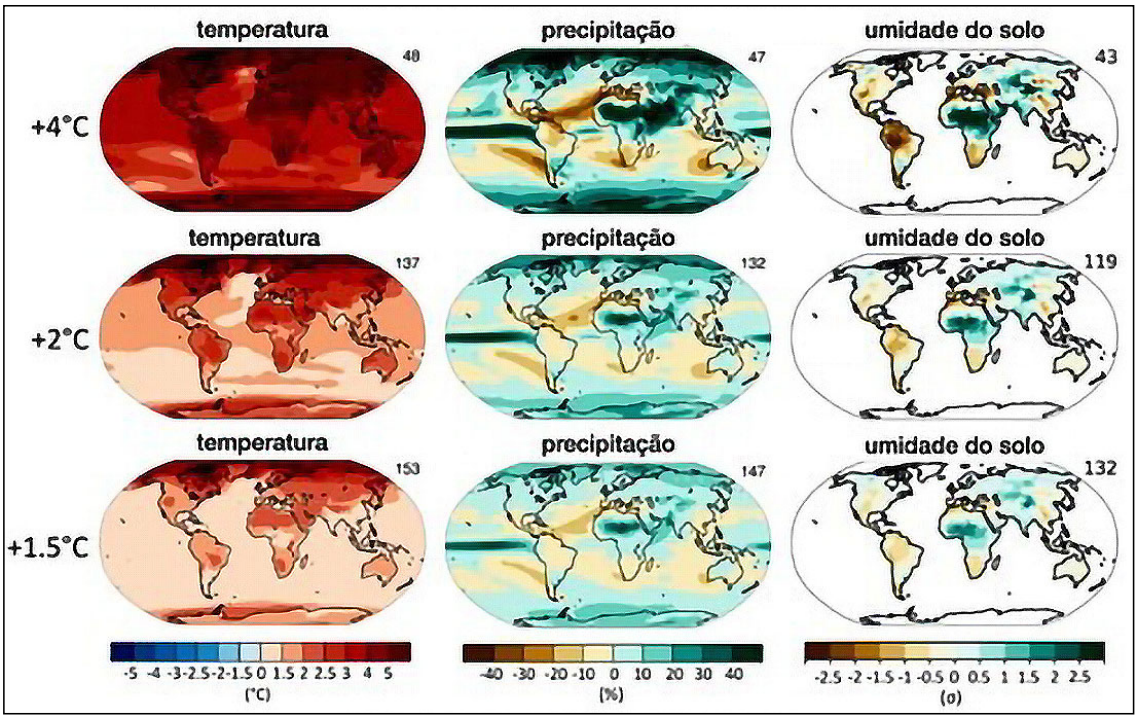
A artificialização e simplificação dos agrossistemas, da agricultura convencional que se baseia na engenharia genética de alimentos, visam maximizar as produções e dependem excessivamente de insumos químicos. O desequilíbrio ecológico, advindo dessas formas de manejo, altera os processos naturais de regulação de pragas e doenças, e diminui o poder de recuperação diante de eventos climáticos adversos, o que afeta o poder de resiliência e autossuficiência desse tipo de agrossistema (Piffer, 2016).

De acordo com o IPCC AR5 e o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2014), às mudanças climáticas afetarão o Brasil com a redução de áreas florestais e agrícolas, aumento das pastagens, e maior frequência de eventos extremos, prejudicando a produtividade agrícola e a segurança alimentar (Marengo, 2014; Magrin *et al*., 2014). O sistema alimentar capitalista, embora essencial para alimentar a população global, não atende a todas as necessidades alimentares, resultando em 735 milhões de pessoas com fome em 2022 e 2,3 bilhões sofrendo insegurança alimentar (FAO, 2022). Além disso, 3,3 bilhões de pessoas vivem em países vulneráveis às mudanças climáticas, aumentando os riscos para a produção agrícola e a segurança alimentar. Reformas sustentáveis são urgentemente necessárias para abordar esses problemas de forma holística e equitativa.

Cenário das mudanças climáticas para o sul e sudeste brasileiro

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é uma organização científica-política criada em 1988, na qual participam os governos de diversas nações que discutem ideias sobre a temática das mudanças climáticas globais e os caminhos para mitigar os impactos previstos. A organização é responsável pela produção de um compilado de dados e informações que são geradas por grupos de cientistas e pesquisadores de todo o globo (Santos *et al*., 2022).

De acordo com o IPCC, o aquecimento global tem provocado diversos fenômenos catastróficos, atualmente no Brasil, observa-se o aumento dos eventos climáticos extremos como as chuvas que ocorrem no sul do país, que provocaram a inundação e perdas irreparáveis no estado do Rio Grande do Sul no começo de 2024. Os eventos climáticos extremos têm-se intensificado, com projeções de mudanças na temperatura, precipitação e umidade do solo (Figura 1). Segundo o AR6 (Sexto Relatório de Avaliação do IPCC), as últimas quatro décadas foram mais quentes consecutivamente, que todas as anteriores desde 1850. No recorte temporal de 2011-2020, o aquecimento da temperatura sobre os continentes foi de 1,59 ºC em média, contra 0,88 ºC sobre o oceano (Santos *et al*., 2022).



Fonte: IPCC AR6 WGI/ Jornal da USP (Adaptado da versão original em inglês).

Figura 1. Previsão global das mudanças de temperatura, previsão e umidade do solo em cenários de aquecimento de +1,5°C, +2°C e +4°C.

No país identificou-se um aumento sistemático da precipitação desde os anos de 1950 e, no Sudeste do Brasil, detectaram um aumento na frequência dos eventos pluviais extremos. As análises combinadas de extremos de chuva, tanto dos modelos globais quanto dos regionais, sugerem que esse aumento da precipitação será na forma de extremos de chuvas, sendo frequentes e intensas, já na redução de chuvas serão evidenciados os períodos de seca mais intensa (FBDS, 2009).

Este cenário é fundamental para entender o que deve ser feito e realizar um plano sólido de enfrentamento dos impactos que já são uma realidade para o Brasil. No país a agricultura se expandiu das regiões sul e sudeste para o Centro-Oeste a partir da década de 1980. Assim, as regiões Sul e Sudeste do Brasil são conhecidas por sua importância na produção agrícola do país, contribuindo significativamente para a economia nacional, desenvolvimento social, empregos e alimentação (pequenas e médias propriedades). No entanto, essa região também está sujeita a diversos impactos das mudanças climáticas, que têm afetado o solo e a produção agrícola de maneira significativa (Danieli *et al*., 2024; Freitas, 2023).

Desde Marengo (2001), descreve-se que as mudanças climáticas provocam alterações nos padrões de chuva, temperatura e umidade nessas regiões, o que influencia diretamente a saúde do solo e a produtividade agrícola. Tais impactos têm causado erosão do solo, redução da fertilidade e aumento da incidência de pragas e doenças nas lavouras.

Análise da influência das mudanças climáticas no solo e na produção agrícola no sul e sudeste do Brasil

Mudanças climáticas no solo e na produção agrícola no sul do Brasil

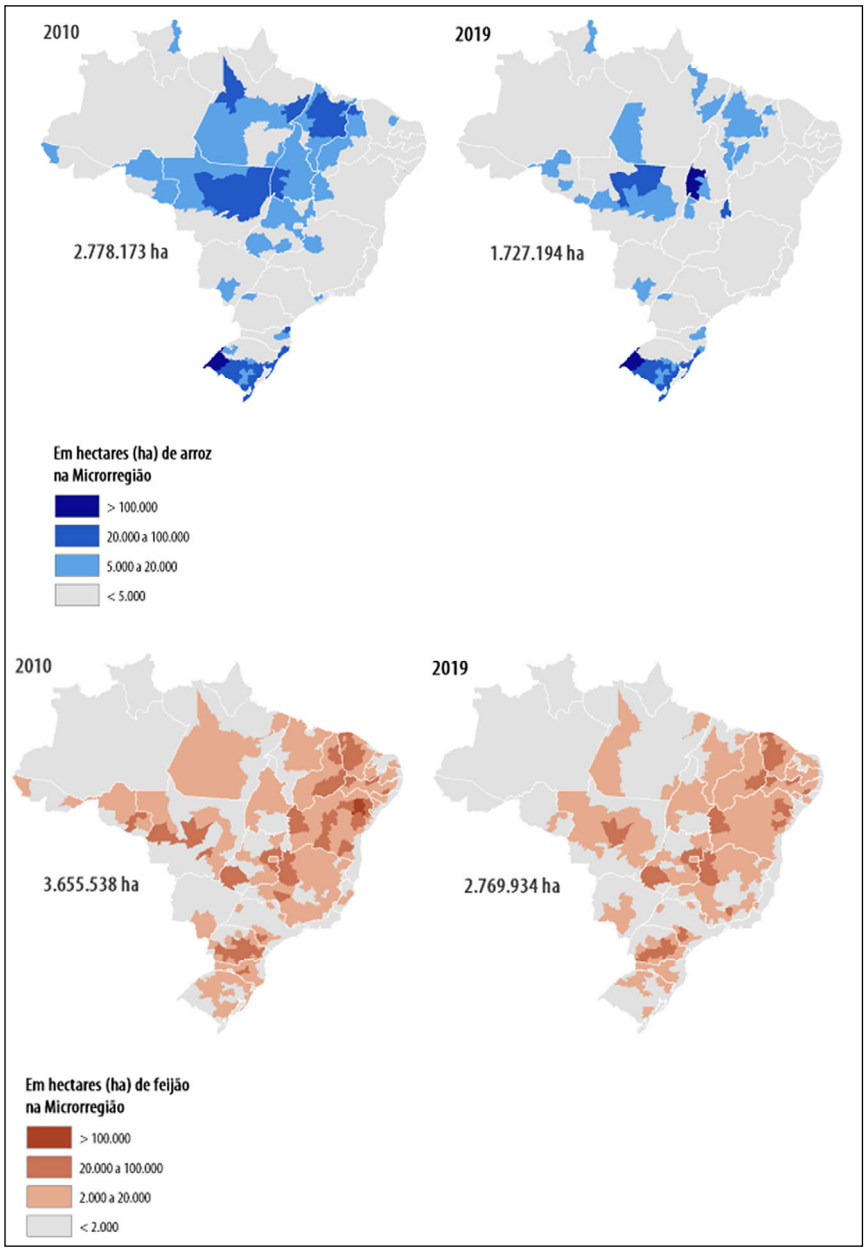
Com o território de aproximadamente 563.802 km^2 na região sul do Brasil, os solos apresentam uma grande diversidade, refletindo as variações geológicas e climáticas da região. Entre os principais tipos de solo encontrados, destacam-se os Argissolos que são solos profundos e bem drenados, ricos em minerais argilosos que geralmente são encontrados em áreas de relevo mais plano. Os Latossolos conhecidos como solos vermelhos, são caracterizados por sua alta acidez e baixa fertilidade natural, são comuns em regiões com relevo mais elevado. Além desses, também são encontrados Chernossolos e Gleissolos. A distribuição maior é das classes dos Latossolos, Neossolos, Cambissolos e Argissolos, com ocorrência próxima de 18%, perfazendo um total de 73% da região (Junior *et al.*, 2011; EMBRAPA, 2006).

Essa diversidade de solos na região sul do Brasil é resultado das diferentes condições ambientais ao longo do território, influenciadas pelo relevo, clima e histórico de formação dos solos na região. O Estado do Rio Grande do Sul por exemplo apresenta 5 grandes regiões fisiográficas (condicionadas por especificidades geomorfológicas e climáticas), as quais afetam a formação e a distribuição dos solos no estado. Por isso, as diferentes unidades de solos do Rio Grande do Sul são separadas pela região de ocorrência (Giarola *et al*., 2002; Trentin *et al*., 2023).

A literatura é escassa quanto às relações funcionais entre propriedades físicas e características dos solos da região Sul do Brasil. Durante a VI Reunião de Correlação, Classificação e Aplicação de Levantamentos de Solos (2000), foram apresentados e discutidos perfis de solos que abrangem a variação dos tipos de solos encontrados nesta região. Este banco de perfis pode ser utilizado para estabelecer relações quantitativas entre os atributos do solo. O estudo realizado por Giarola *et al*. (2002) teve como propósito principal investigar as interações entre diversas propriedades físicas do solo, tais como densidade do solo, densidade de partículas e retenção de água, e os atributos representativos dos solos da região Sul do Brasil. O objetivo foi estabelecer uma base de dados que pudesse ser utilizada para orientar a tomada de decisões nos estudos de desenvolvimento de funções de pedotransferência, ressaltando a importância dessas variáveis específicas.

A fertilidade dos solos na região Sul do Brasil, especialmente o solo conhecido como "terra roxa", presente em partes do Paraná e de Santa Catarina, é um dos fatores mais importantes para a agricultura local. A terra roxa é um tipo de solo caracterizado pela sua cor avermelhada e alta concentração de minerais, como ferro e alumínio, que proporcionam uma fertilidade natural. Esse solo é resultado da decomposição de rochas basálticas ao longo de milhares de anos, o que resultou em uma grande quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. Além da terra roxa, a região Sul também possui uma variedade de outros tipos de solo, como os argissolos e os latossolos, que também são bastante férteis e adequados para a agricultura. Essa diversidade de solos permite uma ampla gama de cultivos, desde grãos como soja, milho e trigo, até frutas, legumes e hortaliças (Andreola *et al.*, 2000).

Este fato, já revela o avanço e interesse no começo da década passada na busca pelo conhecimento do solo considerando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A produção agrícola na região Sul do Brasil está intimamente relacionada às características desses solos locais, como demonstrado pelos estudos que investigaram as propriedades físicas do solo. Segundo Bombardi (2022), estudos recentes indicam que a base alimentar do Brasil tem perdido força, evidenciado pelo aumento das importações de feijão, um alimento essencial na dieta nacional. Essa dependência crescente de importações compromete a segurança alimentar do país, já que a produção agrícola interna não tem garantido o abastecimento direto dos alimentos básicos. Os mapas da Figura 2 ilustram a dinâmica dos principais alimentos consumidos no Brasil entre 2010 e 2019.



Fonte: Bombardi (2022).

Figura 2. Evolução da área plantada no Brasil nos anos de 2010 e 2019 (arroz e feijão).

Freitas (2023) mapeou e quantificou as áreas de expansão agrícola para safras permanentes no Brasil entre 1995 e 2020, identificando as regiões da fronteira agrícola brasileira. O estudo, baseado em dados do IBGE, destacou algumas mesorregiões do Sul do Brasil, como o nordeste rio-grandense e o sudeste paranaense, como líderes na expansão agrícola. Os resultados fornecem subsídios para aprimorar políticas públicas e decisões logísticas privadas.

A região Sul do Brasil, especialmente o Rio Grande do Sul, tem sido gravemente afetada por enchentes históricas no começo do ano de 2024. Chuvas intensas, provocadas pelo fenômeno climático El Niño e mudanças climáticas, resultaram em inundações severas que danificaram a infraestrutura, deixaram milhares de pessoas desalojadas e causaram dezenas de mortes, essas tragédias levantam questões sobre a gestão urbana, incluindo a necessidade de planos de emergência, melhor planejamento das cidades e a importância de evitar construções em áreas de risco de inundação. Muitas cidades ficaram isoladas, e a recuperação está estimada em bilhões de reais. A situação é considerada a pior enchente a atingir a região em mais de 80 anos (BBC News, 2024; INMET, 2023). Estudos sobre as enchentes da região sul do Brasil já vem sendo desenvolvidos como forma de alerta às autoridades como Wollmann (2014), que buscou identificar as correntes perturbadas e os tipos de tempo responsáveis pela gênese das enchentes nas três Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 2000 e 2011, observou-se que a maior parte das enchentes ocorreu em função de ciclos climáticos nos quais havia a participação da Frente Estacionária e Ciclogêneses.

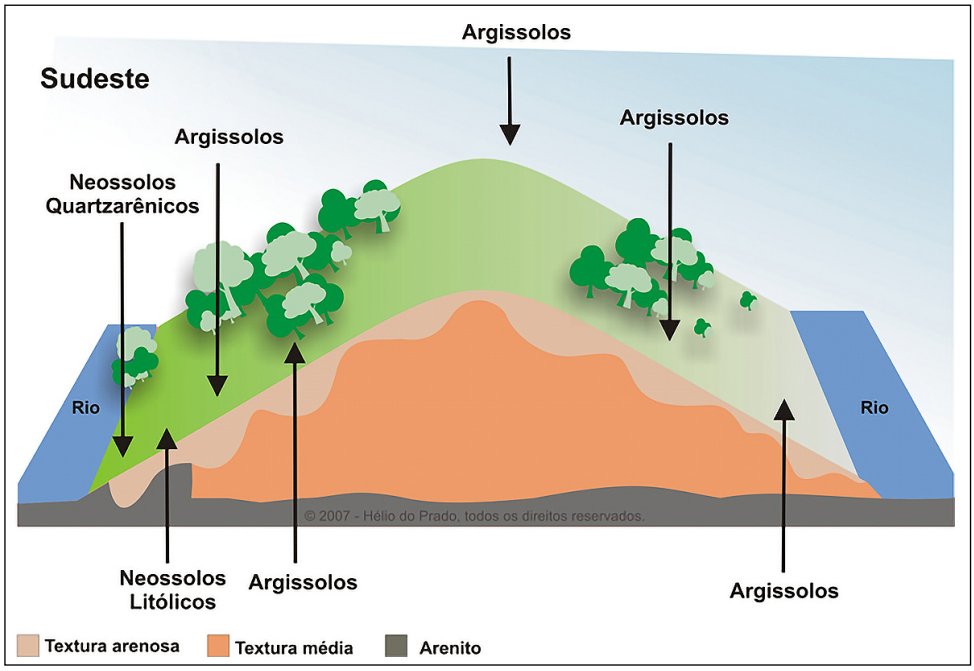
As inundações danificam as plantações, destroem infraestruturas como estradas e pontes, e afetam a logística de transporte de produtos agrícolas. Além disso, a saturação do solo e a erosão podem reduzir a fertilidade das terras, comprometendo colheitas futuras. Agricultores enfrentam perdas econômicas consideráveis, e a recuperação das áreas afetadas exige investimentos substanciais e tempo, o que pode afetar a oferta de alimentos e aumentar os custos (Guerra; Jorge, 2017; Rosskopf *et al.*, 2020; Wollmann, 2014; BBC News, 2024).

Depois de eventos climáticos extremos como as inundações no Rio Grande do Sul o uso e a cobertura do solo sofrem alterações significativas, segundo Trentin *et al*. (2023), esse estado está passando por uma rápida transformação no uso da terra, o que tem impacto significativo no balanço hídrico e, consequentemente, na vazão dos rios. As mudanças nas formas de uso da terra variam consideravelmente entre culturas e pastagens na bacia, devido às características dos solos, declividade da região e manejo das culturas, que influencia o balanço hídrico de maneira distinta. A substituição de áreas de campos nativos por plantações de soja, arroz ou áreas de silvicultura tende a ter um impacto significativo no balanço hídrico da bacia.

Vários autores, como Sala *et al*. (2000), Vorosmarty *et al*. (2000), Wagener *et a*l. (2010) e Bueno *et al*. (2020), observaram que as mudanças no uso da terra têm impacto considerável, comparável ao das mudanças climáticas, sobretudo na disponibilidade de água, o que sugere que essas mudanças são um impulsionador importante dos impactos ambientais globais futuros.

Na região Sudeste do Brasil, a diversidade dos solos é influenciada pela variação topográfica e pelos processos geológicos e pedogenéticos. Em áreas de relevo mais jovem, com maior ondulação, são comuns os Argissolos, Luvissolos, Alissolos, Cambissolos, Nitossolos, Chernossolos e Neossolos Litólicos. Esses solos apresentam diferentes graus de desenvolvimento e características específicas, variando de acordo com a região e a posição no relevo (Junior *et al*., 2011; EMBRAPA, 2006).

No sudeste do Brasil, que abrange uma área de 924.596 km², os Latossolos ocupam 45% do território, seguidos pelos Argissolos com 28% e pelos Cambissolos com 15%. Segundo Junior *et al*. (2011) não foi constatada a presença de Chernossolos, Dunas, Luvissolos e Vertissolos nesta região. Na Figura 3 é possível observar a relação solo-paisagem da região sudeste do Brasil.



Fonte: Prado (2007).

Figura 3. Relação solo: paisagem da região sudeste do Brasil.

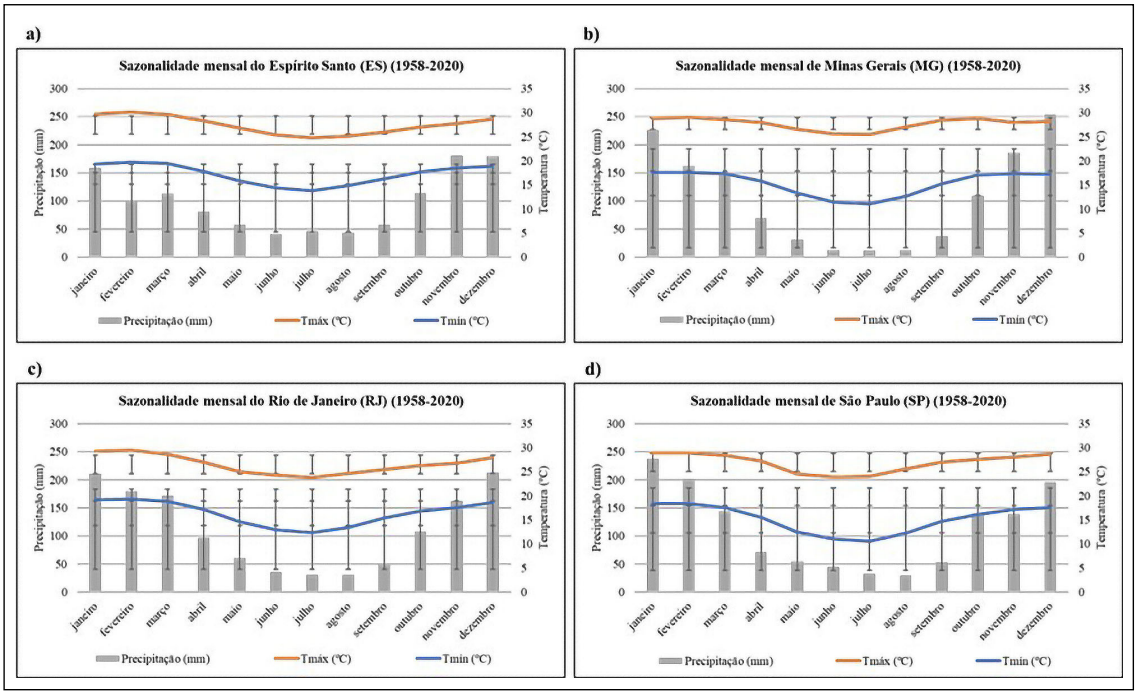
Como observado anteriormente nos mapas da dinâmica de área plantada no Brasil, Figura 2, a região Sudeste vem perdendo áreas plantadas de arroz e feijão, que são alimentos básicos no país, devido a vários fatores. A expansão urbana, por exemplo, é um dos fatores que impacta diretamente nesse cenário, o crescimento das cidades e da infraestrutura urbana tem reduzido as áreas agrícolas disponíveis, além disso as mudanças climáticas que provocam alterações no clima têm afetado a produtividade dessas culturas, tornando-as menos viáveis em algumas áreas. Outro ponto é a mudança para culturas mais rentáveis, agricultores estão migrando para culturas mais lucrativas, como soja e cana-de-açúcar, que oferecem melhor retorno econômico (Bombardi, 2022; Freitas, 2023).

A questão da exportação também influencia a redução das áreas plantadas com arroz e feijão na região Sudeste. A busca por culturas mais rentáveis para exportação, como soja e milho, tem levado muitos agricultores a substituírem o plantio de arroz e feijão. Essas culturas destinadas ao mercado internacional oferecem maiores retornos financeiros, incentivando a mudança de foco dos agricultores. Além disso, a demanda global por *commodities* agrícolas de exportação tem crescido, direcionando os investimentos e esforços de produção para essas culturas mais lucrativas, além disso alterações no clima têm afetado a produtividade dessas culturas, tornando-as menos viáveis em algumas áreas (Bombardi, 2022; Freitas, 2023; Trentin *et al*., 2023).

Segundo Bombardi (2022), embora o Brasil tenha se tornado um dos maiores exportadores mundiais de grãos, não consegue alimentar sua própria população. Existe, portanto, uma grande diferença entre produzir alimentos e produzir *commodities*. Alimentos são os produtos consumidos diariamente, que têm valor de uso, servindo para nutrição e bem-estar. *Commodities* são mercadorias comercializadas globalmente, produzidas principalmente para atender ao comércio internacional, ou seja, têm valor de troca. Isso significa que um país pode produzir muito de um produto, mas mesmo assim esse produto pode ser encontrado a preços elevados em seus mercados internos, como é o caso da carne no Brasil.

De acordo com Kuroki *et al.* (2022) entre 1958 e 2020 (62 anos), as climatologias sazonais dos estados do Sudeste revelam padrões distintos de precipitação, temperatura máxima e mínima. Observa-se que as maiores temperaturas e precipitações ocorrem no verão, de novembro a fevereiro, em todos os estados, com os meses mais chuvosos também concentrados nesse período. É este padrão que quando alterado, influencia também na produção da região.

Com base nos dados climatológicos para cada estado, nota-se que Minas Gerais apresenta a maior amplitude térmica mensal (12,4°C), enquanto o Espírito Santo registra a média de temperatura mensal mais alta (30,1°C). São Paulo, por outro lado, tem o mês mais frio (10,6°C). No geral, o Espírito Santo é o estado com as maiores temperaturas ao longo do ano, seguido por Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. Em termos de precipitação, São Paulo é o estado mais chuvoso, seguido por Minas Gerais e Rio de Janeiro, com o Espírito Santo sendo o mais seco. A Figura 4 mostra a sazonalidade mensal dos estados da região sudeste do Brasil.



Fonte: Kuroki *et al.* (2022).

Figura 4. Sazonalidade mensal nos estados do sudeste brasileiro (1958-2020).

A região Sudeste também vem enfrentando uma onda de tempo quente e seco devido a vários fatores climáticos. As mudanças climáticas globais aumentam as temperaturas, contribuindo para padrões climáticos mais extremos. O fenômeno El Niño pode causar alterações nos padrões de chuva, resultando em períodos prolongados de seca e temperaturas elevadas. O desmatamento na região reduz a umidade do solo e do ar, agravando a aridez. Além disso, a interação entre massas de ar tropicais e polares pode alterar os padrões de precipitação, contribuindo para as condições de tempo quente e seco. Esses fatores combinados impactam a agricultura e o abastecimento de água na região, tornando o cultivo de soja e outras culturas mais desafiador no Sudeste (Giarola *et al*., 2002; Egler; Gusmão, 2014; Kuroki *et al*., 2022; INMET, 2023).

Alternativas de enfrentamento desse cenário

Técnicas de manejo para remediar consequências de eventos climáticos extremos

Cobertura do Solo: O desenvolvimento das plantas está diretamente relacionado à disponibilidade de água no solo, que é essencial para o crescimento celular e a manutenção da turgescência, uma força exercida pelo conteúdo celular sobre a parede celular vegetal quando há entrada de água. A absorção e perda de água pelas plantas são processos cruciais, determinados pelo equilíbrio entre a absorção pelas raízes e a perda por transpiração. Este equilíbrio é afetado pelo potencial hídrico, quando as plantas absorvem menos que o solo,

resultando em uma redução na hidratação da planta conforme o solo se torna mais seco (Marenco; Lopes, 2005; Silva *et al.,* 2014).

O déficit hídrico nas plantas pode ser resultado de uma taxa excessiva de transpiração, uma absorção insuficiente de água ou uma combinação de ambos os processos. Para lidar com a escassez de água, as plantas desenvolveram mecanismos de "resistência à seca". Esses mecanismos podem ser classificados em estratégias de prevenção à seca, como a aceleração do ciclo de vida das plantas ou a indução de dormência para evitar a germinação das sementes até que haja um nível adequado de umidade no solo (Silva *et al.,* 2014).

Em regiões tropicais e subtropicais, como o Brasil, onde a incidência de energia solar é alta, técnicas de cultivo do solo que envolvem o uso de cobertura vegetal são especialmente importantes. Isso se deve ao fato de que diferentes tipos de cobertura vegetal influenciam na conservação da umidade do solo na camada superficial. A presença de cobertura vegetal, em geral, favorece a infiltração da água da chuva ou da irrigação, reduzindo as perdas por evaporação e mantendo a umidade em níveis mais elevados, especialmente na superfície do solo. A cobertura vegetal ajuda a dissipar parte dessa energia solar por meio de reflexão, contribuindo para reduzir as perdas de água por evaporação (Baver *et al.,* 1973).

A manutenção da cobertura vegetal proporcionada por substratos vegetais como fibra de coco, resíduos de milho, serragem, biocarvões, húmus, glicose, celulose e adubo verde possuem diversos benefícios para o plantio. A cobertura promove uma retenção mais eficiente da água na superfície e reduz as oscilações térmicas na camada superficial do solo (Sidiras *et al.*, 1984). Essas condições favoráveis criadas pela cobertura vegetal propiciam o desenvolvimento dos organismos, aumentando a atividade biológica e a reciclagem de nutrientes (Pankhurst; Lynch, 1994). Além disso, a cobertura vegetal morta estável melhora características físicas do solo (Fleming *et al*., 1997), como sua estrutura e a taxa de infiltração de água e o uso de biomassa rica em nitrogênio como alguns adubos verdes podem substituir fertilizantes químicos.

A proteção mecânica oferecida pela cobertura vegetal também é importante, reduzindo o impacto direto das gotas de chuva que podem desagregar as partículas do solo, mantendo sua estabilidade (Fleming *et al*., 1997). Por aumentar a porosidade e agregação do solo, áreas protegidas por cobertura vegetal tendem a ter uma maior taxa de infiltração de água em comparação com áreas sem cobertura (Girma; Endale, 1995). Em um estudo de Derpsch *et al*. (1991), mesmo com uma intensidade de precipitação de 60 mm/h, uma área com 100% de cobertura vegetal permitiu uma infiltração de água significativamente maior do que uma área sem cobertura, onde apenas 20 a 25% da água da chuva se infiltra no solo (Espínola *et al.,* 1997).

Compactação do solo: A densidade do solo diz respeito à sua compactação e corresponde ao espaço disposto entre os arranjos das partículas do solo, sempre preenchidos por água ou por ar, conhecido como poros. Ou seja, quanto menor o

percentual de porosidade do solo, menor é a capacidade de retenção de água e ar. O uso de maquinários pesados, o pisoteio do gado e manejos inadequados do solo podem aumentar significativamente esse percentual, diminuindo o volume de poros no solo (Hamza; Anderson, 2005). Como as raízes tendem a crescer através dos poros, em solos muito densos as plantas encontram mais resistência para desenvolver seu crescimento radicular e têm dificuldade em encontrar um menor aporte de água, ar e nutrientes, além de uma concentração maior de gases tóxicos (Cooper *et al*., 2005).

Em cultivos onde o solo é constantemente revolvido, observa-se uma diminuição significativa dos macroporos, necessários para as trocas gasosas do solo, construídos principalmente pela macrofauna e raízes mais superficiais, como as das gramíneas . A formação de agregados, união de partículas do solo, por sua vez, provoca a diminuição da densidade do solo e um aumento da macroporosidade (Cooper *et al*., 2005).

É importante destacar que, existe uma hierarquia entre os agregados, onde os maiores, os mais importantes, são formados por agregados menores, que tendem a ser mais resistentes à desagregação. Nesses casos, solos extremamente compactados possuem uma taxa de agregados baixa e estão mais vulneráveis à erosão pluvial. É essencial que não fiquem expostos, pois o impacto das gotas de chuva pode romper os agregados superficiais e gerar o selamento do solo, o que diminui a taxa de infiltração (Guerra, 1994). Solos com agregados instáveis são mais facilmente destruídos, o que os torna mais difíceis na manutenção do plantio.

Diante disso, a compactação do solo aumenta significativamente o potencial de erosividade da chuva. E, tratando-se de um cenário onde se prevê o aumento de tempestades e períodos de chuvas intensas além da média para o Brasil, faz-se necessário entender a importância de evitar o máximo possível de práticas que aumentem a densidade do solo, como o uso de maquinário pesado e o pisoteio do gado em plantações.

Preservação da Biodiversidade: A mudança de uso e cobertura da terra gerada pelo agronegócio brasileiro atualmente se associa como a principal prática responsável pela emissão de GEEs no país. Isto se deve a diversos fatores como o desmatamento constante para uso da terra para agropecuária com práticas não sustentáveis produzindo altas emissões de gás metano, um dos mais importantes relacionados ao aumento da temperatura média do planeta, degradação do solo, escassez de recursos hídricos, bem como a perda de biodiversidade das plantas e de vida no solo (Thame, 2023).

A monocultura, especialmente de grãos, praticada em larga escala pelo agronegócio brasileiro, se dissocia em muito de um ecossistema florestal. A associação de variadas espécies, dos mais diversos tamanhos e funções, gera um ambiente com grande capacidade de resiliência e menos vulnerável diante de adversidades biológicas e climáticas. Os sistemas agroflorestais, por exemplo, são arranjos que combinam cultivos agrícolas e/ou criação de animais, integrando agricultura e floresta. Eles são projetados para imitar os ecossistemas locais, utilizando esses ambientes como modelo. Ao observar as estruturas e

dinâmicas das espécies locais, os sistemas agroflorestais são construídos para serem mais resilientes às condições climáticas adversas. Eles podem fornecer água durante períodos de seca, oferecer solos mais permeáveis e robustos durante chuvas intensas, e cultivar plantas menos suscetíveis a pragas devido às associações benéficas com outras espécies.

Há diversas formas tecnológicas e inovadoras para o tratamento do solo, a fim de minimizar os impactos sobre as produções. Mas, é sobretudo fundamental que invista-se em infraestrutura, pesquisa, que tenha-se aporte financeiro e planejamento/gestão da região agrícola. Com participação ativa e constante do governo para auxiliar os produtores como for possível para alçar uma segurança alimentar básica para o país.

Conclusão

O presente capítulo realizou um levantamento bibliográfico com o objetivo de analisar e identificar os estudos já realizados sobre as mudanças climáticas globais e seus impactos sobre o sul e sudeste brasileiro. Através do estudo, foi possível avaliar que a produção científica quanto a esses impactos já foi abordada ao longo dos anos por diversos autores, os quais reforçam a vulnerabilidade dessas regiões quanto às variações climáticas, que têm efeitos diretos nas alterações do solo e na produção agrícola.

Conclui-se que os desafios climáticos na agricultura, especialmente no Sul e Sudeste brasileiros, são complexos e demandam uma abordagem multidisciplinar. A relação entre as mudanças climáticas, a agricultura e a degradação ambiental é evidente, com impactos significativos no solo e na produção agrícola. O cenário das mudanças climáticas para essas regiões destaca a necessidade de adaptação e de medidas mitigadoras para enfrentar esses desafios, incluindo o uso de técnicas de manejo. Em suma, é fundamental que políticas públicas, práticas agrícolas sustentáveis e investimentos em pesquisa e tecnologia sejam implementados para garantir a redução de impactos na agricultura frente aos desafios climáticos atuais e futuros.

Referências

ALLAN, R.; FÖRSTNER, U.;SALOMONS, W. Climate and land degradation**.** In: M. V. K. SIVAKUMAR, & N. NDIANG'UI (Org.) Verlag Berlin Heidelberg: **Springer**, 2007.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S.; OLSZEVSKI, N. Propriedades químicas de uma Terra Roxa Estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24, 609-620, 2000.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Fisica de suelos.** México, DF: Hispano-Americana, 1973. 529 p.

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C. E. P.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; CARVALHO, P. D. FEstabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos em Ciência**

do Solo, v. 7, p. 55-118, 2011.

BBC News. **Inundações no Rio Grande do Sul:** A Cronologia da Tragédia. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cd1qwpg3z77o>. Acesso em: 19 maio 2024.

BOMBARDI, L. A **Agricultura 4.0 no Brasil:** Alta tecnologia na agricultura não é sinônimo de alimentos para a população brasileira. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Heirich Böll, 2022.

BUENO, M.M.; VALCARCEL, R.; PEREIRA, M.G. MATEUS, F. A. Sustainable provision of raw water based on the management of ecosystem services in small watersheds. **Rev. Ambient. Água**, v. 15 n. 2, e2439. 2020. DOI:10.4136/ambiagua.2439.

CARVALHO, K. de P.; MONTENEGRO, R. L. G. Segurança alimentar e mudanças no clima: o contexto internacional e o paradoxo brasileiro. **Revista Brasileira De Desenvolvimento Regional**, v. 9 n. 3, p. 7–32, 2021. https://doi.org/10.7867/2317-5443.2021v9n3p7-32

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P.; CHAPLOT, V.. Origin of microaggregates in soils with ferralic horizons. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 256-263, 2005.

DANIELI, J. P.; DEITOS, R. A.; REIS, L. F. As transformações socioeconômicas do Sul do Brasil: uma análise da contribuição econômica e financeira do setor agropecuário na Região Sul nos anos de 2013 a 2022. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 4, p. e5964–e5964, 2024.

DENNY, D.M.T. A conexão intrínseca entre biodiversidade e clima. **Laclima Paper Series**, 2023. Disponível em: <https://laclima.org/paperseries/a-conexao-intrinseca-entre-biodiversidade-e-clima/>.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ, 1991. 268p.

EGLER, C. A.G.; GUSMÃO, P. P. Gestão costeira e adaptação às mudanças climáticas: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 14, n. 1, p. 65-80, 2014. Disponível em: <https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-370_Egler.pdf>.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. **Adubação verde:** Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/624248/1/doc042.pdf>.

FAO; FIDA; OMS; PMA; UNICEF.**Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023.** Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano**.** Roma: FAO, 2021. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/8889e1a3-4147-4e6f-a3cd-9dae48b02a4b>. Acesso em: 26 de maio de 2024.

FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS, 2009. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf>. Acesso em: 26 maio 2024.

FLEMING, K.L.; POWERS, W.L.; JONES, A.J.; HELMERS, G.A. Alternative production systems' effects on the K-factor of the Revised Universal Soil Loss Equation. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v.12, n.2, p.55-58, 1997.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; .NEPOMUCENO, A.L.; Farias, J.R.B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Documentos/Embrapa Soja. Londrina, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15429889.pdf>.

FREITAS, R. E. **Expansão da área agrícola no Brasil segundo as lavouras permanentes.** [*S. l.*]: Texto para Discussão, 2023. Working Paper. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/285015>.. Acesso em: 14 maio 2024.

GIRMA, T.; ENDALE, B. Influence of manuring on certain soil physical properties in the Middle Awash area of Ethiopia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Monticello, v.26, n.9/10, p.1565-1570, 1995.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas.** Oficina de Textos, 2017.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia:** Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

HAMZA, M.A.; ANDRESON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Till. Res**., 82:121-145, 2005.

HARE, W.L. Un aterrizaje seguro para el clima. In: **El mundo ante el calentamiento global.** La situación del mundo. Worldwatch Institute, Madri: Icaria, 2009. 407p.

INMET, INPE. **Situação do fenômeno El Niño no Oceano Pacífico Equatorial em junho de 2023**. Nota Técnica, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Situa%C3%A7%C3%A3o-El-ni%C3%B1o-junho-2023-r.pdf#page=1&zoom=auto,-100,848>.

IPCC. **Sixth Assessment Report (AR6)**. 28 February 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>. Acesso em: 16 de Maio de 2024.

JUNIOR, W. C.; ÁGLIO, M. L. D.; DART, R. D. O.; SOUZA, J. S.; GUEDES, J.; BHERING, S.; SANTOS, H. G.. Brasil: Solos por Regiões Geopolíticas. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas. **Anais**[...]. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011. 1 CD-ROM., 2011.

KUROKI, L. Y.; SOUSA, A. R.; CALADO, G. G.; CALADO, B. N.; CARDOSO, A.; BRAMBILA, M. C. V.. A vulnerabilidade social da região sudeste do Brasil frente à variabilidade climática. **Revista Brasileira de Climatologia**,, v. 31, p. 671–695, 2022.

LOPES, P.R.; ARAÚJO, K.C.S.; LOPES, I.M.; RANGEL, R.P.; SANTOS, N.F.F.; KAGEYAMA, P.Y. UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA AGRICULTURA

CONVENCIONAL E DAS OPÇÕES DE MODELOS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO - AGRICULTURA ORGÂNICA E AGROFLORESTAL**. REDD - Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara,** v.8, n.1 e 2. 2014. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/redd/article/view/6912/5605>.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal:** Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Editora UFV. Viçosa, 2005.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e Regionais: Avaliação do Clima Atual do Brasil e Projeções de Cenários Climáticos do Futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia** v. 16, n. 1, p. 1–18, 2001.

MARENGO, J.A. O futuro do clima no Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99280/97696>.

MARTINS, S. R.; SCHLINDWEIN, S. L.; D'AGOSTINI, L. R.; BONATTI, M.; VASCONCELOS, A. C. F., HOFFMANN, A. F.; FANTINI, A. C. Mudanças climáticas e vulnerabilidade na agricultura: desafios para desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação. **Revista Brasileira De Ciências Ambientais (RBCIAMB)**, 2010. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/376>.

MOTTA, Ronaldo Seroa. **Mudança do clima no Brasil:** aspectos econômicos, sociais e regulatórios. ISBN 978-85-7811-108-3. Dispoível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>.

NETZ, B.; DAVIDSON, O. R.; BOSCH, P. R.; DAVE, R.; MEYER, L. A. **Climate Change 2007:** Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 2007.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **IPCC AR6, WG1:** Resumo Comentado. Compilação adaptada de alguns dos principais resultados do SPM (Sumário para Tomadores de Decisão) do Grupo de Trabalho 1 do IPCC em seu Sexto Relatório de Avaliação. Agosto de 2020. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2021/08/OC-IPCC-AR6-FACTSHEET_FINAL.pdf>. Acesso em: 16 de Maio de 2024.

PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M.; PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. **The role of the soil biota in sustainable agriculture.** Soil Biota: Management in sustainable farming systems. Victoria: CSIRO, 1994. p.3-9.

PIFFER, D. Evolução do Estado Ecológico e a Sustentabilidade dos Agrossistemas. XI Jornada Científica. ètica e Consumo Sustentável. Centro de Estudos Interdisciplinar em Desenvolvimento Sustentável na Amazônia (CEDSA). Porto Velho, Rondônia, 2016. **Anais**[...]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Piffer/publication/376170898_Evolucao_do_Estado_Ecologico_e_a_Sustentabilidade_dos_Agrossistemas_Capitulo_de_Livro/links/656bcbe7b86a1d521b28bfe1/Evolucao-do-Estado-Ecologico-e-a-Sustentabilidade-dos-Agrossistemas-Capitulo-de-Livro.pdf>.

PÖRTNER, H.-O; ROBERTS,D.C.; TIGNOR,M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK,

K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM,A.; RAMA, B. (editores). **Climate Change 2022:** Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022. https://doi.org/10.1017/9781009325844

PRADO, H. **Solo-Paisagem.** [*S. l.*], [*2017*]. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/solopaisagem.php>. Acesso em: 18 maio 2024.

ROSSKOPF, C. M. DI IORIO, E.; CIRCELLI, L.; COLOMBO, C.; AUCELLI, P. P.. Assessing spatial variability and erosion susceptibility of soils in hilly agricultural areas in Southern Italy. **International Soil and Water Conservation Research**, [*s. l.*], v. 8, n. 4,354–362, 2020.

SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, 2000. 1770–1774. DOI:10.1126/science.287.5459.1770.

SANTOS, J.C.F. **Dinâmica de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e balanço de Carbono em sistemas de produção de grãos no bioma Mata Atlântica.** Site EMBRAPA, acessado em 14/05/2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/203078/dinamica-de-emissao-de-gases-de-efeito-estufa-gees-e-balanco-de-carbono-em-sistemas-de-producao-de-graos-no-bioma-mata-atlantica>. 2017.

SANTOS, Bruna Pires dos; SIQUEIRA, Rosângela Amancio Gomes; VILLAR, Juliana Arraes de Aragão; FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos. Agricultura e Irrigação no Brasil no Cenário das Mudanças Climáticas. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, v. 1, n. 2, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361167771_Agricultura_e_Irrigacao_no_Brasil_no_cenario_das_Mudancas_Climaticas>. Acesso em: 26 maio 2024.

SCHUCK, C. SCHUCK; LUGLIO, A.; CARVALHO, G**.** Maior parte dos grãos vira ração, e não alimento humano**. Revista Época/Negócios**, 17/04/2018. Acesso em 14/05/2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/noticia/2018/04/maior-parte-dos-graos-vira-racao-e-nao-alimento-humano.html>.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; HEINZMANN, F.X. Influência da adubação verde de inverno e seu efeito residual sobre o rendimento nas culturas de verão, em latossolo roxo distrófico. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v.2, n.9, p.4-5, 1984

SILVA R. W. C., Paula B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didatica**, 2009. 5 (1): 42-49. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8637501/5206>.

SILVA, T. C.; Santos, E. M.; Pinho, R. M. A.; Campos, F. S.; Oliveira, J.S.; Macedo, C.H.O.; Perazzo, A. F. Conservação de Forrageiras Xerófilas. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria.** Veterinaria Organización Málaga, España, 2014. Disponível

em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63632381004.pdf>.

SOUZA, M. C. O.; Corazza, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris : uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente.** Paraná, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1373123>.

SOUZA, R. A.; SANTOS, J. H. **Análise do Impacto das Mudanças Climáticas Globais sobre as Bacias Hidrográficas e o Regime Hidrológico no Brasil e Projeções Futuras**. 2023. Disponível em: <https://climainfo.org.br/wp-content/uploads/2023/05/Analise-do-impacto-das-mudancas-climaticas-globais-sobre-as-bacias-hidrograficas-e-o-regime-hidrologico-no-Brasil-e-projecoes-futuras.pdf>. Acesso em: 26 maio 2024.

TAVARES, V.C.; ARRUDA, I.R.P.; SILVA, D.G. Desertificação, Mudanças Climáticas e Secas no Semiárido Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica. **Revista Geosul**. Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2019v34n70p385/38526>.

THAME, Denny. **A conexão intrínseca entre biodiversidade e clima**. Disponível em: <https://laclima.org/paperseries/a-conexao-intrinseca-entre-biodiversidade-e-clima/>. 2023.

TONIAL, J. C. . Falta de alimentos no mundo: problema de escassez ou de distribuição? JURIS - **Revista Da Faculdade De Direito**, *14*, 69–80, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/juris/article/view/3207>.

TRENTIN, R.; LAURENT, F.; ROBAINA, L. E. de S. O Impacto do Uso da Terra Sobre o Balanço Hídrico na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria – Oeste do Rio Grande do Sul – Brasil. **Para Onde!?**, [*s. l.*], v. 17, n. 1, p. 70–88, 2023.

VOROSMARTY, C. J.; GREEN, P.; SALISBURY, J.; LAMMERS, R. B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. **Science**, 289, 2000. 284–288. DOI: 10.1126/science.289.5477.284.

WAGENER, T.; SIVAPALAN, M.; TROCH, P. A.; MCGLYNN, B. L.; HARMAN, C. J.; GUPTA, H. V.; KUMAR, P.; RAO, P. S. C.; BASU, N. B.; WILSON, J. S. The future of hydrology: an evolving science for a changing world. **Water Resources Research** 46, (5) 2010. W05301. DOI: 10.1029/2009WR008906.

WOLLMANN, C. A. The floods in Rio Grande do Sul during 21th century. **Mercator**, [*s. l.*], v. 13, n. 1, p. 79–91, 2014.

ZEN, S.; BARIONI, L.G.; BONATO, D.B.B.; ALMEIDA, M.H.S.P.; RITTL, T.F. **Pecuária de Corte Brasileira:** Impactos Ambientais e Emissões de Gases Efeito Estufa (GEE). Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP). Piracicaba, 2018. Disponível em**:** <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx#:~:text=Emiss%C3%B5es%20de%20GEE,-Outra%20externalidade%20negativa&text=Devido%20ao%20grande%20n%C3%BAmero%20de,caso%20do%20setor%20de%20transportes>.

CAMINHOS DA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO EM REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES NO CONTEXTO ESCOLAR

PATHS FOR THE DEVELOPMENT OF PUBLIC POLICIES ON DISASTER RISK REDUCTION EDUCATION IN THE SCHOOL CONTEXT

CAMINOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCACIÓN EN LA REDUCCIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES EN EL CONTEXTO ESCOLAR

LES VOIES POUR LA CONSTRUCTION DE POLITIQUES PUBLIQUES D'ÉDUCATION EN RÉDUCTION DES RISQUES ET CATASTROPHES DANS LE CONTEXTE SCOLAIRE

Patricia Mie Matsuo[1]

Sergio Luiz Damiati[2]

Andréia Cristina Barroso Cardoso[3]

Yara Araújo[4]

Gleiciane Pismel[5]

Cleonice Maria Beppler[6]

Rachel Trajber[7]

Jeniffer de Souza Faria[8]

1Pós-doutoranda pelo Instituto de Estudos Avançados. Universidade de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9121-0542. E-mail: pati.matsuo@gmail.com.

2 Mestre em Ensino de Ciências. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Docente das Faculdades Metropolitanas Unidas. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0405-8579. E-mail: sergio.damiati@educacao.sp.gov.br.

3 Especialista em Geografia. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-6717-0622. E-mail: andreia.cristina@educacao.sp.gov.br.

4 Doutoranda em Ecologia pela Universidade Federal do Pará. Pesquisadora do Projeto MAP-Fire. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6598-3763. E-mail: pereira.araujo.y1@gmail.com.

5 Mestranda em Sociologia pela Universidade Federal Fluminense. Pesquisadora do Projeto MAP-Fire. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1555-5001. E-mail: gleicianepismel2@gmail.com.

6 Mestra em Engenharia de Transportes. Coordenadora do Curso Técnico Subsequente em Defesa Civil, do Instituto Federal Catarinense (IFC), câmpus Camboriú. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7579-0612. E-mail: cleonicebeppler@gmail.com.

7 Doutora em Antropologia e Linguística, da Universidade de Purdue (EUA), revalidação UFSCar. Coordenadora do Programa Cemaden Educação. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3270-2352. E-mail: racheltrajber@gmail.com.

8 Doutora em Educação. Pesquisadora do Programa Cemaden Educação. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4230-5147. E-mail: jenifferf922@gmail.com.

Agradecimentos: Ao Instituto Federal Catarinense (IFC), à Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, ao Projeto MAP-FIRE, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2023/16333-0.

Introdução

Nossa sociedade vive tempos de incertezas globais. A pandemia da covid-19, um desastre biológico, desvelou os intensos movimentos de negacionismo, a anticiência e as desigualdades sociais. Foi a partir desse contexto conturbado que a população brasileira passou a enfrentar os impactos da ocorrência simultânea de desastres como inundações, deslizamentos, secas, incêndios florestais, ondas de calor e epidemias como a dengue, entre outros.

Esses eventos extremos, equivocadamente chamados de desastres naturais, serão tratados neste capítulo como desastres socioambientais por serem compreendidos como construções sociais e culturais. São o resultado da combinação de fenômenos – ou ameaças – naturais associados com ações humanas, relações sociais, políticas e econômicas (Wisner *et al*., 2003).

Em decorrência do aumento dos desastres, surge uma nova área de conhecimento, a Redução de Riscos de Desastres (RRD), definida como:

> conceito e a prática de reduzir o risco de desastre por meio de esforços sistemáticos voltados à análise e gestão dos fatores geradores de desastres, incluindo a redução do grau de exposição a ameaças, redução da vulnerabilidade da população e propriedade, gestão do uso e ocupação do solo e melhoria da preparação para eventos adversos (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2009, p. 27, tradução nossa).

Com a necessidade de mitigar os riscos e consequentes danos de desastres em grande escala, foram criadas políticas públicas preventivas e de proteção social, estruturais (saneamento básico, políticas de habitação, imunização em massa) e não estruturais (educação, planos emergenciais, defesa civil etc.). A educação passa então a se constituir como um elemento-chave para o desenvolvimento de uma cultura de proteção e redução de riscos e desastres, assim como para a formação de sociedades sustentáveis e resilientes.

Este capítulo tem o objetivo de discutir o cenário das políticas públicas brasileiras relacionadas à Educação em Redução de Riscos e Desastres (ERRD), em particular no contexto escolar. O texto foi construído a partir da complementaridade de diferentes olhares e práticas regionais, de forma dialógica e colaborativa de educadoras/educadores de três regiões do Brasil. Na primeira parte, analisamos o panorama nacional de políticas públicas que dialogam com a ERRD; seguimos com os caminhos adotados em diferentes estados; e, na última parte, discutimos os principais desafios e as perspectivas para o avanço e fortalecimento de políticas públicas em ERRD no país.

Cenário da ERRD nas políticas públicas escolares

A ERRD é um processo contínuo do entendimento das causas, natureza e efeitos dos riscos, ao mesmo tempo em que colabora para a construção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de competências que permitam à sociedade se autoproteger e viver em tempos de riscos e desastres.

O desenvolvimento de estratégias da ERRD contribui para a mitigação da vulnerabilidade educacional, compreendida como a ausência de programas de educação sobre o tema e reduzido grau de preparação da população para enfrentar situações de desastre (Wilches-Chaux, 1993), além de promover a criação de políticas públicas em RRD (Petal, 2009).

No Brasil, a estratégia de integração da RRD nos espaços educativos tem ocorrido de forma dialógica com a perspectiva e o acúmulo de conceitos e práticas do campo da Educação Ambiental (EA), já que ambas confluem na compreensão crítica da inter-relação dos processos sociais nas questões ambientais e na participação transformadora da sociedade em seus espaços de convivência.

Encontramos esse alinhamento da ERRD com a EA em diversos documentos de referência, como em princípios do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, a saber: i) tratar de questões globais críticas; ii) promover o diálogo e a cooperação entre indivíduos e instituições; e iii) valorizar as diferentes formas de conhecimento (Fórum Global das ONGs, 1992).

É a partir da EA que adotamos também nosso entendimento de políticas públicas. De acordo com Sorrentino *et al.* (2005), são um processo dialético e partilhado do Estado e da sociedade civil e estes definem políticas públicas como um:

> conjunto de procedimentos formais e informais que expressam a relação de poder e se destina à resolução pacífica de conflitos, assim como à construção e ao aprimoramento do bem comum. Sua origem está nas demandas provenientes de diversos sistemas (mundial, nacional, estadual, municipal) e seus subsistemas políticos, sociais e econômicos, nos quais as questões que afetam a sociedade se tornam públicas e formam correntes de opinião com pautas a serem debatidas em fóruns específicos (Sorrentino *et al.*, 2005, p. 289).

O reconhecimento legal da ERRD no Brasil ocorreu por meio da Lei nº 12.608, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC)[9], ao estabelecer a necessidade de desenvolvimento da cultura de prevenção de desastres[10] e o apoio às/aos docentes no desenvolvimento de material didático relacionado aos desastres (Brasil, 2012).

A PNPDEC fortaleceu a ERRD ao incluir na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que "[…] os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos

conteúdos obrigatórios" (Brasil, 2012, art. 26, § 7º). Contudo, a Lei nº 13.415 retirou essa determinação da LDB e substituiu-a por um texto genérico de temas transversais, remetendo à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017), de modo que a temática de desastres encontra-se em caráter opcional aos sistemas estaduais e municipais de ensino.

O ensino de Ciências e de Geografia dos Anos Finais do Ensino Fundamental da BNCC aborda poucas habilidades que possuem alguma relação com os desastres socioambientais. Entretanto, estão mais associadas com o planejamento de estratégias de superação dos impactos provocados por catástrofes naturais e com o estabelecimento do equilíbrio ambiental das alterações climáticas regionais e globais (Brasil, 2018). Apesar de a ERRD não constar na lista de temas transversais da BNCC, ela pode ser tratada no âmbito da EA.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental continuam sendo um instrumento normativo nessa temática. O artigo 17 considera que o planejamento curricular e a gestão da unidade de ensino devem contribuir para "o estabelecimento das relações entre as mudanças do clima e o atual modelo de produção, consumo, organização social, visando à prevenção de desastres ambientais e à proteção das comunidades" (Brasil, 2014, p. 53).

Em 2017, um grupo de educadoras/educadores ambientais elaborou 16 propostas para construção de políticas públicas em EA, mudanças climáticas e RRD no Brasil, dentre elas destacamos:

> - Formulação de um sistema nacional de educação ambiental em mudanças climáticas e prevenção de desastres com sustentabilidade de forma integrada, inclusiva, dinâmica, com orientações de processos continuados de educação formal, informal e não formal nos territórios educadores sustentáveis, considerando seu financiamento;
> - Incluir nos conteúdos curriculares que abordem a temática das mudanças climáticas a necessidade da redução de bens de origem de recursos naturais (Carniatto *et al*., 2017, p. 272-273).

E, mais recentemente, em 2023, deparamo-nos com as Diretrizes de Educação Ambiental Climática[11], a interseção entre EA, educação climática, ERRD e justiça climática, destacando sua importância na identificação, explicação, construção coletiva de saberes e estratégias comuns de ação que visam ampliar e potencializar o impacto da Educação Ambiental Climática (Trajber; Brianezi; Biasoli, 2023). O documento contempla diferentes olhares sobre o tema, com densidade conceitual e compromisso ético, evidenciando diretrizes, indicadores e valores para orientar a educação climática em uma perspectiva crítica e transformadora.

As diretrizes educacionais 3, 4 e 6 das Diretrizes de Educação Ambiental Climática enfatizam o papel dos processos formativos no engajamento efetivo e inclusivo de diversos atores sociais na prevenção, proteção das comunidades com sustentabilidade socioambiental, gestão de riscos, redução das vulnerabilidades e enfrentamento da emergência climática.

Essas propostas reforçam a urgência da construção de políticas públicas de EA e ERRD que possam contribuir para a abordagem da prevenção de desastres socioambientais de forma integrada desde uma perspectiva crítica e transformadora, com articulação institucional, consenso de valores e princípios para a construção e o estabelecimento de sociedades sustentáveis e resilientes (Trajber; Olivato, 2017).

As escolas das redes pública e privada também apresentam grandes vulnerabilidades diante de desastres socioambientais no Brasil. Essa situação torna-se ainda mais grave, pois a comunidade escolar é composta em grande parte de crianças e adolescentes, que estão entre os segmentos mais vulneráveis da população.

Um diagnóstico das condições de vulnerabilidade física das escolas situadas nos 957 municípios monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) indicou a existência de 2.443 escolas situadas em áreas de risco, sendo 1.798 públicas e 645 privadas. Destas, 729 situam-se em área de risco hidrológico e 1.714 escolas em área de risco geológico (Marchezini; Muñoz; Trajber, 2018). Por motivos óbvios, é urgente que as/os gestoras/gestores incluam o setor da educação nas ações de redução de riscos.

Caminhos trilhados no desenvolvimento de políticas públicas da ERRD

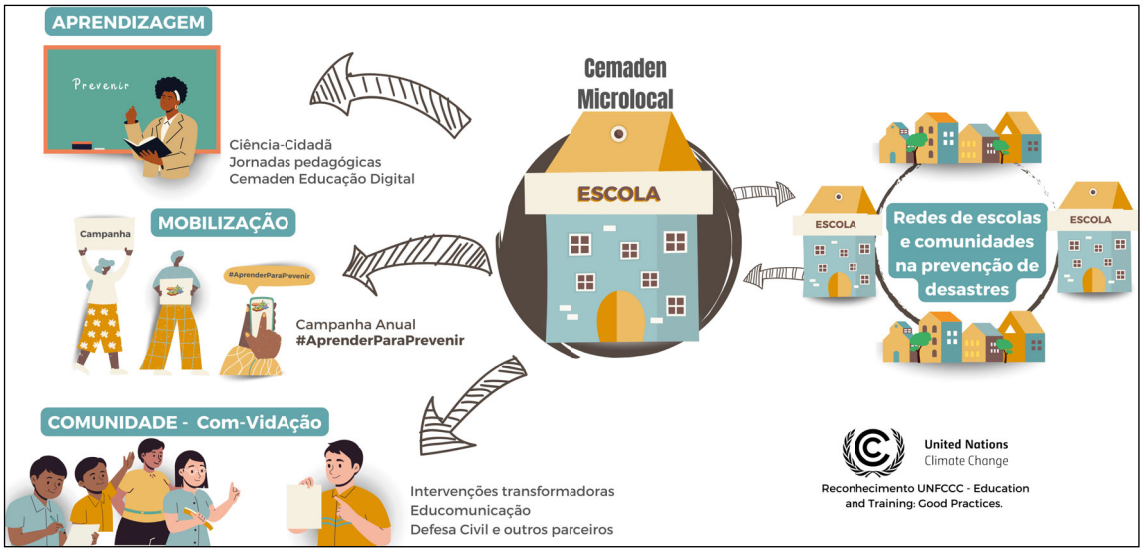
A integração da temática de ERRD no espaço escolar traz consigo o desafio de lidar com os desastres enquanto problemas complexos e gerados pela combinação de múltiplos fatores sociais, econômicos, históricos, políticos e ambientais.

Em âmbito nacional, após a ocorrência do desastre nos sete municípios da região serrana do Rio de Janeiro em 2011, foi criado o Cemaden, que estabeleceu o Cemaden Educação, um projeto iniciado em 2014 e instituído como programa em 2019 (Trajber, 2019). O Cemaden Educação atua na educação formal e não formal e tem seus alicerces nos acúmulos das políticas públicas de EA (Sorrentino *et al*., 2005).

O trabalho é direcionado às comunidades escolares, porém busca envolver as Defesas Civis e outras instituições locais por meio da própria escola e da formação da Comissão de Prevenção de Desastres e Proteção da Vida (Com-VidAção). A partir dessa perspectiva integradora, a ideia-força do programa usa a metáfora "Cemaden Microlocal" – cada escola de Ensino Médio participante se torna um espaço de pesquisas, monitoramento e alertas de desastres. Em interação com o Cemaden, as escolas produzem conhecimentos sobre seu território, fazem projetos de intervenção local e atuam na prevenção de riscos de desastres socioambientais (Trajber; Olivato, 2017).

Três eixos dividem um conjunto de ações do programa, a saber: (i) Aprendizagem com ciência cidadã, jornadas pedagógicas e cursos online; (ii) Mobilização com a campanha #AprenderParaPrevenir e (iii) Comissão de Prevenção de Desastres e Proteção da Vida (Com-VidAção) – intervenções transformadoras com ações de capacidade adaptativa, prevenção, mitigação de RRD com as comunidades em interação com o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e educomunicação.

A Figura 1 apresenta esses eixos tendo no centro da proposta a escola engajada, que se torna um polo irradiador da cultura de prevenção de desastres.



Fonte: Adaptada de Cemaden (2023).

Figura 1. Sintetização da metáfora do Cemaden Microlocal e os eixos de atuação.

Nesse contexto, o Cemaden Educação busca promover sociedades sustentáveis e resilientes por meio da disseminação científica e do desenvolvimento de estratégias educacionais para gerir o risco de desastres e diminuir as vulnerabilidades a desastres. Atualmente, investimos em metodologias que possibilitem a comunicação em rede digital, formações híbridas e atividades pedagógicas para pesquisa-ação aplicada. Vale lembrar que a rede de escolas e comunidades pode acessar gratuitamente todo o conteúdo disponível no *site*[12] do Cemaden Educação e compartilhar seus projetos, atividades e experiências.

As dimensões territoriais do Brasil, aliadas à diversidade sociocultural, de ecossistemas e aos diferentes níveis de vulnerabilidades às ameaças, se refletem nos percursos diferenciados que cada região, estado e comunidade encontram para o desenvolvimento de iniciativas de políticas públicas de ERRD.

Nessa perspectiva, relatamos algumas experiências[13] adotadas nos estados do Acre (AC), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP) como forma de valorizar e inspirar outras localidades (Figura 2). Elas foram escolhidas pela diversidade de contexto socioambiental, pela adoção de estratégias complementares e pela atuação de múltiplas instituições.



Fonte: Elaboração das/dos autoras/autores.

Figura 2. Localização das instituições e as respectivas estratégias adotadas.

Acre – Projetos de pesquisa como uma via de política pública educacional

O estado do Acre, localizado na região Norte do país, convive anualmente com dois principais desastres socioambientais: enchentes, conhecidas localmente como cheias, e queimadas, incêndios florestais intensificados por secas (Campos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2018). Estes dois opostos, "água e fogo", projetam o estado em diversos veículos de comunicação durante suas estações semestrais mais marcantes – conhecidas como inverno e verão amazônico –, momentos em que esses eventos de desastres socioambientais são agravados. Com esse cenário, faz-se importante políticas públicas de ERRD para construir uma cultura resiliente junto às novas gerações, visando a um futuro mais sustentável, resiliente e com coesão socioambiental.

De acordo com levantamento documental, o Currículo de Referência Único do Acre (Acre, 2019), o Plano Estadual de Educação – Lei n° 2.964, de 1o de julho de 2015, e, a implementação da EA nos órgãos estaduais e federais com atuação no estado adotam uma abordagem conservacionista (Brasil, 2022; Acre 2015; Acre, [entre 2000 e 2024]). Apesar de verificada uma abertura para a integração de instituições formais e não formais almejando um melhor gerenciamento dos riscos e desastres no currículo escolar e na política ambiental do estado do Acre – Lei nº 1.117/1994 –, não se especifica nenhuma ação no contexto de ERRD. Por outro lado, é importante salientar que no

estado as políticas públicas voltadas para EA e participação comunitária valorizam as características culturais locais em diferentes formatos de comunicação.

Uma alternativa de inserir a ERRD nos estudos das/dos estudantes acreanas/acreanos tem sido por meio de projetos de pesquisa, que surgem, portanto, como uma via de política pública para ERRD. É o caso do Projeto Dados à Prova d'Água, focado na governança para redução dos riscos de desastres relacionados à água (Centro de Estudos em Administração Pública e Governo, 2021), e o Projeto MAP-FIRE, que viabiliza o avanço no entendimento dos riscos e impactos de incêndios florestais. Esse último constrói, em conjunto com a comunidade escolar, estratégias de mitigação na região transfronteiriça MAP (Madre de Dios/Peru; Acre/Brasil e Pando/Bolívia). Com metodologias científicas adaptadas ao contexto local, o projeto desperta a comunidade escolar para o "fazer ciência" e amplia a consciência e percepção do risco de desastres associados ao uso do fogo.

Os projetos envolveram, no ano de 2020, estudantes em práticas educativas com o objetivo de trazer para as/os envolvidas/envolvidos a perspectiva de que os eventos de cheias, inundações e temporada de queimadas[14] são, na verdade, desastres socioambientais e, nesse sentido, visou também identificar estratégias para a redução de seus riscos.

O Projeto MAP-FIRE desenvolveu um *e-book*, juntamente com um referencial teórico, chamado "É Fogo! Guia de Atividades", contendo cinco propostas de atividades a serem desenvolvidas com as/os estudantes (Paula *et al.*, 2021). O material visa subsidiar a implementação de atividades sobre queimadas e incêndios florestais na formação de estudantes do Ensino Médio, com formato adaptado à realidade socioambiental da região MAP, incluindo-as no componente de EA curricular. As práticas educacionais já contam com mais de 1.000 estudantes, que desenvolvem as atividades de história oral e introdução ao cinema (Figura 3). As/os estudantes assumiram a postura de jovens pesquisadoras/pesquisadores, utilizando as metodologias científicas propostas no livro, que contaram inclusive com adaptações para o contexto remoto imposto pela pandemia da covid-19. O Instituto de Educação Lourenço Filho, uma das escolas parceiras do projeto, conquistou, na categoria escola, o primeiro lugar no prêmio de mérito na 5ª Campanha #AprenderParaPrevenir do Cemaden Educação, com a prática "Da minha casa para a sua", uma campanha no contexto da pandemia da covid-19, que envolveu a comunidade escolar sobre os dados das queimadas sem controle.



Fonte: Projeto MAP-FIRE.

Figura 3. Escolas parceiras do Projeto MAP-FIRE em 2021, durante a pandemia. (A) Escola de Ensino Médio Dom Henrique Ruth. (B) Instituto de Educação Lourenço Filho. (C) Colégio Militar Dom Pedro II.

As atividades desenvolvidas por ambos os projetos contribuíram para o entendimento sobre sustentabilidade, risco, contexto e história local e produzem informações importantes que contribuem para a redução do risco de desastres futuros, uma vez que, para além de incorporar a temática no currículo base, as/os estudantes acreanas/acreanos podem subsidiar, por meio dos resultados de suas atividades, tomadas de decisões importantes para a prevenção e mitigação de desastres no estado do Acre.

Santa Catarina – Integração e educação: a base para RRD

Santa Catarina é o terceiro estado mais impactado por danos e prejuízos no país (Schadeck, 2016). Em 2008 os moradores do Vale do Itajaí enfrentaram um dos piores desastres da história, junto com as inundações históricas de 1974, 1983, 1984, 1995, 2004 e 2005. De janeiro a julho de 2021, Santa Catarina registrou, além da pandemia, erosão costeira, chuvas intensas, ciclone bomba, tornado, inundações, alagamentos, enxurradas, movimentos de massa e de rochas, frio extremo como neve, estiagem, entre outros eventos adversos.

O Instituto Federal Catarinense (IFC), câmpus Camboriú, possui uma forte atuação em diversas estratégias na área de RRD. Coordena desde 2015 o único curso técnico subsequente em Defesa Civil[15] e desde 2017 atua na capacitação da comunidade por meio do curso de qualificação profissional em Agente Comunitário de Proteção e Defesa Civil e cursos de autoproteção para idosos, possibilitando a atuação de instituições de ensino na formação de profissionais em RRD, assim como a ampliação das políticas públicas de forma sistemática, interdisciplinar, transdisciplinar e multidisciplinar. Desenvolve diversos projetos de ensino, pesquisa e extensão na área de RRD, como "Você está preparado? Autoproteção Social", além de produtos para os municípios, como a estação meteorológica de baixo custo através do IFMaker e IFCria, entre outros.

No ano de 2017, foi firmado o acordo de cooperação técnico-científica do IFC com a Defesa Civil Estadual de Santa Catarina (DCSC) e diversas ações vêm sendo desenvolvidas. O Projeto de Proteção e Defesa Civil nas Escolas foi criado em 2012/2013 e era desenvolvido com professoras/professores e estudantes, mas em 2018 se iniciou a transição de projeto para programa, voltado para a formação de professoras/professores e a elaboração de ferramenta de apoio com *lives*, vídeos e outros materiais disponibilizados na plataforma *Moodle* (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environmen*t), produzidos no IFC Câmpus Camboriú para que os/as professoras/professores participantes tivessem a facilidade de acesso aos materiais utilizados na formação.

O Programa de Proteção e Defesa Civil nas Escolas objetiva sensibilizar e mobilizar as/os gestoras/gestores públicas/públicos, professoras/professores, diretoras/diretores e responsáveis pela condução do processo em âmbito escolar. Os municípios interessados aderem ao programa por meio de um termo de adesão, com vigência de 60 meses. Com o público definido, busca-se formar as/os participantes, em sua maioria professoras/

professores de 6º e 7º ano de escolas públicas de Santa Catarina, que desenvolvem atividades na modalidade híbrida (presencial e online), totalizando 80 horas teóricas/práticas.

Conforme planejamento e cronograma estabelecidos na época entre IFC, DCSC e gestoras/gestores das escolas, através da formação do Núcleo Escolar de Proteção e Defesa Civil, implantam-se as ações nas escolas, instituídas por meio de práticas inter e transdisciplinares. Primeiramente, busca-se identificar e conhecer os eventos adversos para prevenção. Na sequência, é a etapa de mobilização da população sobre as ameaças, território e vulnerabilidades referentes aos cenários de risco, dos perigos e suas capacidades de enfrentamento às diversas ameaças. Nesse mesmo módulo, através do comitê técnico-científico da DCSC e de diversos atores e órgãos, foi desenvolvido o Plancon Edu, que consiste no Plano de Contingência Escolar para todas as escolas catarinenses.

Nas atividades do Módulo 3, por exemplo, as/os professoras/professores identificam os riscos e as ameaças, interpretando as imagens de satélite ou radar; constroem com as/os estudantes pluviômetros e, por fim, estes realizam, com suas famílias, um Plano de Emergência Familiar (PLAFE) para eventos adversos e PLAFE-COVID. Considerando a diversidade da população, o PLAFE foi elaborado em Português, Inglês, Espanhol e Libras, em colaboração com docentes das respectivas áreas (Beppler, 2021).

O PLAFE faz parte de uma série de trabalhos desenvolvidos pelo IFC e consta como projeto de extensão, aprovado através de editais anuais com atuação de professoras/professores, técnicas/técnicos administrativas/administrativos, estudantes bolsistas e voluntárias/voluntários dos cursos do Ensino Médio Integrado de Hospedagem, Controle Ambiental, Agronomia, Informática e Técnico Subsequente em Defesa Civil.

O PLAFE foi reformulado em 2024 com a criação de novos produtos, como um guia e o "Autoproteção na mão" (disponíveis na página do campus). Por meio do QRCODE, as pessoas podem preencher seu plano de autoproteção, salvar em PDF no seu dispositivo e compartilhar com todos seus familiares.

Os resultados são promissores, a parceria da DCSC com o IFC possibilitou a capilarização das práticas pedagógicas e a formação de profissionais da educação. Com a mudança da formatação e o aprimoramento das metodologias e plataformas, a estimativa é de que sejam atendidos aproximadamente 12.350 estudantes e 1.327 profissionais da educação (municipais e estaduais) de 166 escolas, a maioria delas públicas, localizadas em 105 municípios em todo o estado com progressão ao longo dos anos.

Em um passo decisivo na formação das crianças e adolescentes em RRD e marco histórico no país para o fortalecimento de políticas públicas de EERD, Santa Catarina instituiu em 2021 o Decreto n. 1.382, que inseriu o Programa de Proteção e Defesa Civil nas Escolas na grade curricular da rede de ensino das escolas públicas e privadas (Santa Catarina, 2021). Esse avanço torna a ERRD parte da rotina escolar e contempla o que preconiza a PNPDEC, respeitando as responsabilidades, competências e saberes, tendo o IFC em suas atribuições a experiência de integrar ciência, pesquisa, extensão e educação.

Por fim, a educação e a gestão de riscos e desastres são áreas que andam de mãos dadas promovendo melhorias na qualidade de vida, ressignificando as atitudes de cada cidadão e permitindo a evolução através do conhecimento. A mudança de percepção e dos modos que a população vive em seus espaços de vida fazem com que as novas gerações percebam como é possível transformar ambientes e sociedades vulneráveis, mitigando ou minimizando os riscos, diante de certas ameaças. Atuando com as próprias mãos, com protagonismo e autonomia, desenvolvendo as capacidades de enfrentamento, as/os estudantes e todas/todos que, de forma direta ou indireta, convivem, constroem, em sinergia, através desses conhecimentos, estratégias preventivas e resilientes em suas residências, ruas, bairros e municípios.

Por isso, desde ano 2015, o IFC Campus Camboriú forma profissionais técnicos em gestão de riscos e desastres para que o país profissionalize as defesas civis e as empresas invistam em gerenciamento de riscos, diante da fragilidade do sistema público com relação a políticas públicas e ações para redução de riscos e desastres.

Diante da demanda por conhecimento e proficiência, o IFC, através de parceria entre Ministério da Educação (MEC)/Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR)/ Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), em 202,5 irá expandir o curso técnico subsequente em Defesa Civil na modalidade EaD para todas as regiões do Brasil.

São Paulo – Ações integradas de ERRD no Currículo Paulista

O estado de São Paulo passa por um intenso processo de urbanização, o que leva as populações mais vulneráveis a ocupar áreas impróprias devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis. As alterações nesses espaços aumentam a ocorrência de eventos que causam danos materiais e humanos. Esses eventos estão associados predominantemente aos escorregamentos de encostas, às inundações e à erosão.

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP) é considerada uma das maiores redes de ensino público do continente. Sua organização compreende seis coordenadorias, três órgãos vinculados e um quadro de profissionais com aproximadamente 234 mil servidoras/servidores, sendo 190 mil professoras/professores e 5 mil diretoras/diretores de escolas distribuídos em 91 Diretorias Regionais de Ensino. Toda essa estrutura está organizada para atender aproximadamente 3,5 milhões de estudantes (Ensino Fundamental e Ensino Médio), distribuídos em 5,4 mil escolas. Diante dessa complexidade, é um desafio implementar políticas públicas em curto prazo que contemplem as/os profissionais da educação, estudantes da rede e, especialmente, as comunidades escolares.

Neste tópico destacamos algumas iniciativas relacionadas à ERRD, tema contemporâneo transversal, presente no Currículo Paulista (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio)[16]. A SEDUC-SP tem estreitado relações com diversas instituições no âmbito municipal, estadual e federal para disseminar conhecimentos

acerca das situações e percepção de riscos e fomentar a participação das comunidades escolares na prevenção de desastres.

Com o objetivo de fortalecer políticas públicas de ERRD, a SEDUC-SP, em especial por meio da Coordenadoria Pedagógica (COPED), dos Centros de Ensino Fundamental Anos Finais (CEFAF) e do Centro de Ensino Médio (CEM), tem avançado no desenvolvimento de projetos e programas alinhados ao Currículo Paulista elaborado a partir das diretrizes da BNCC (Brasil, 2018), ao Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos (PDN) (São Paulo, 2019) e à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável[17], entre outras referências. O Currículo Paulista define e explicita, a todas/todos as/os profissionais da educação que atuam no estado, as competências e as habilidades essenciais para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional das/dos estudantes.

Partindo dessa premissa, o Currículo Paulista apresenta caminhos para contribuir com a formação integral das/dos estudantes, especialmente por meio do desenvolvimento dos temas contemporâneos transversais, como a ERRD. Nesse sentido, há um conjunto de iniciativas que visam contribuir com a formação continuada das/dos profissionais da educação, a formação de estudantes das diferentes etapas de ensino e a construção de comunidades escolares sustentáveis, inclusivas e resilientes, tais como: elaboração de situações de aprendizagem e atividades que compõem os materiais digitais de apoio do Currículo em Ação voltados para professoras/professores e estudantes, aulas ministradas no Centro de Mídias de Educação de São Paulo (CMSP), campanhas educativas, seminários que oportunizam a socialização de práticas inspiradoras e trilhas formativas que buscam colaborar com a ampliação de repertório teórico-metodológico de gestoras/gestores, professoras/professores e estudantes.

Dentre as iniciativas, destacamos o Programa Escola + Segura (Figura 4), desenvolvido em parceria com diversas instituições e estruturado em três frentes de atuação:

1) Educação em Redução de Riscos e Desastres;
2) Alertas sobre Riscos de Desastres;
3) Protocolo de Proteção à Vida.



Fonte: Centro de Mídias de Educação de São Paulo.

Figura 4. Atividade online do Programa Escola + Segura.

Iniciado no primeiro semestre de 2021, no contexto da pandemia da covid-19, o programa foi implementado por meio de trilhas formativas (Riscos e Desastres no Brasil e no Estado de São Paulo, Percepção de Risco, Mudanças Climáticas e Desastres, Comunidades Resilientes, entre outros temas) transmitidas para profissionais da educação e estudantes por meio do CMSP.

Dessa maneira, a rede estadual de ensino tem avançado na implementação de políticas públicas em ERRD e contribuído com a disseminação de informações e formação sobre prevenção a desastres.

Perspectivas e desafios

Atualmente existe uma carência de políticas públicas nacionais voltadas especificamente para a ERRD. Essa lacuna tem sido preenchida por movimentos estaduais com iniciativas conduzidas por diferentes instituições para a formalização e integração dessa temática no contexto escolar. Além disso, percebemos a falta da inserção da temática na formação inicial de professoras/professores.

A efetivação de uma política pública, independentemente do tema, tem um caráter ambivalente. Não basta se tornar uma lei e "ficar somente no papel", ela precisa de um conjunto de condições que permita sua implementação, como estrutura, recursos, reconhecimento e principalmente ser resultado de uma cocriação com a sociedade civil.

Nesse sentido, as experiências do Programa Cemaden Educação, Projeto MAP-FIRE, Instituto Federal Catarinense e a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo evidenciam alguns caminhos no desenvolvimento de políticas públicas, tanto no âmbito nacional como no local, em diferentes espaços geográficos.

Cada uma dessas iniciativas apresentou diversas potencialidades construídas em redes locais com atores das áreas da educação e da defesa civil, com diálogos com distintos saberes e olhares, que, juntos, estabeleceram estratégias possíveis naqueles determinados contextos socioambientais e estruturas político-administrativas. Em suma, todas buscaram oportunidades e brechas para o desenvolvimento de ações que possibilitem a integração de ERRD de forma contínua, participativa e sistemática.

Finalizamos este capítulo com a reflexão de que uma das bases na construção de uma cultura de redução de riscos e desastres encontra-se na Educação Básica representada por crianças, adolescentes e jovens que influenciam o cotidiano e a percepção de riscos nas comunidades. Temos inúmeros desafios para incentivar as/os estudantes na proposição de ações de intervenção nas comunidades escolares, além da criação das políticas públicas em ERRD; o principal está no enraizamento da ERRD na escola e a necessidade de um trabalho integrado entre os componentes curriculares das áreas de conhecimento, gestão democrática, espaço físico e comunidade.

Esperamos que essas práticas apresentadas inspirem outras regiões, estados e municípios a semear atividades, projetos e programas sobre riscos e desastres junto às

suas comunidades escolares e que esse movimento de construção de políticas públicas em ERRD seja fortalecido com novas abordagens e estratégias regionais.

Notas

9 Destaque para a integração com outras políticas setoriais, como a de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia (Brasil, 2012).
10 Alinhado com referências internacionais, como os Marcos de Ação para a Redução do Risco de Desastres de Hyogo e o de Sendai.
11 Documento elaborado em parceria entre o Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA), o Instituto Clima e Sociedade e o Programa Cemaden Educação.
12 Programa Cemaden Educação. Disponível em: <http://educacao.cemaden.gov.br>.
13 Reconhecemos as centenas de iniciativas existentes em outros estados e no Distrito Federal, como as de Da-Silva-Rosa *et al*. (2015) em Pernambuco e de Sato *et al*. (2017) no Rio de Janeiro, além das práticas inscritas nas edições da Campanha #AprenderParaPrevenir do Cemaden Educação.
14 Expressão popular acreana usada para designar o período em que se intensificam as queimadas e ocorrem os incêndios florestais, geralmente esse período é envolto de seca (também chamado de estiagem).
15 Desde 2023 esse curso é ofertado na modalidade de Ensino a Distância (EaD).
16 Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>.
17 Nações Unidas Brasil. Disponivel em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

Referências

ACRE. **Lei nº 1.117, de 26 de janeiro de 1994**. Dispõe sobre a política ambiental do Estado do Acre, e dá outras providências. Acre: Assembléia Legislativa do Estado do Acre, 1994. Disponível em: <https://www.al.ac.leg.br/leis/?p=4492>. Acesso em: 18 mai. 2024.

ACRE. **Lei nº 2.965, de 02 de julho de 2015**. Plano Estadual de Educação. Acre: Assembléia Legislativa do Estado do Acre, 2015. Disponível em: <https://www.al.ac.leg.br/leis/wp-content/uploads/2015/07/Lei2965.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2024.

ACRE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Divisão de Educação Ambiental. **Acre:** SEMA, [2000 a 2024]. Disponível em: <https://sema.ac.gov.br/educacao-ambiental/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

ACRE. Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte. **Currículo de Referência Único do Acre**. Acre: SEE, 2019. Disponível em: <https://www.educ.see.ac.gov.br/pagina/curriculo-referencia-unico>. Acesso em: 18 mai. 2024.

BEPPLER, C. M. (org.). **PLAFE - Plano de Emergência Familiar**. Disponível em: <http://www.camboriu.ifc.edu.br/autoprotecao-social/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Educação Ambiental no Ibama**. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/educacao-ambiental/educacao-ambiental-no-ibama>. Acesso em: 18 mai. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 10 mai. 2024.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. *In:* BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Educação. **Educação Ambiental por um Brasil Sustentável**: ProNEA, Marcos Legais e Normativos. Brasília, DF: MMA/MEC, 2014. p. 47-55.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 29 mar. 2024

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2024

CAMPOS, C. R. dos P.; BARBOSA, F. A. dos R.; SOUSA, I. L. de. Cheias históricas dos principais rios acreanos como subsídio ao projeto de sistemas de alerta de cheias no Acre. *In:* XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais […]**. Bento Gonçalves: ABRH, 2012. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013__PAP012872.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CARNIATTO, I. *et al*. Propostas de Políticas Públicas em Educação Ambiental, Mudanças Climáticas e Redução de Riscos de Desastres no Brasil. *In:* GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. (org.). **Diálogos de saberes e fazeres**: uma releitura dos 25 anos da trajetória da Educação Ambiental brasileira. São José: ICEP, 2017. p. 253-277.

CENTRO DE ESTUDOS EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E GOVERNO. **Dados à prova d'água**: projeto de engajamento de stakeholders na governança sustentável dos riscos de inundações para resiliência urbana (Projeto em andamento). São Paulo: FGV EAESP, 2021. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-administracao-publica-e-governo/projetos/dados-prova-dagua>. Acesso em: 28 abr. 2024.

DA-SILVA-ROSA, T. *et al*. A Educação Ambiental como estratégia para a redução de riscos socioambientais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVIII, n. 3, p. 211-230, 2015.

FÓRUM GLOBAL DAS ONGS. Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. **Jornada Internacional de Educação Ambiental,**

Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento*,* Rio de Janeiro: Fórum Global das Ongs. 1992.

MARCHEZINI, V.; MUÑOZ, V. A.; TRAJBER, R. Vulnerabilidade escolar frente a desastres no Brasil. **Territorium**: Revista Internacional de Riscos, Vilarinho, v. 25, n. II, p. 161-177, 2018.

PAULA, Y. A. P. *et al*. **É Fogo!**: guia de atividades. São José dos Campos: Ed. dos Autores, 2021. *E-book*.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction. *In:* SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (ed.). **Disaster management**: global challenges and local solutions. Hyderabad: University Press, 2009. p. 285-320.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 1.382, de 24 de julho de 2021**. Institui o Programa Defesa Civil na Escola (PDCE) e estabelece outras providências. Florianópolis: DOE, 2021. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2021/001382-005-0-2021-003.htm>. Acesso em: 28 abr. 2024.

SÃO PAULO. **Decreto nº 64.673, de 16 de dezembro de 2019**. Reorganiza e altera a denominação do Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos e dá providências correlatas. São Paulo: ALESP, 2019. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2019/decreto-64673-16.12.2019.html>. Acesso em: 28 abr. 2024.

SATO, A. M. *et al*. Curso de capacitação de professores para redução de desastres. *In:* MARCHEZINI, V. *et al*. (org.). **Redução de vulnerabilidade a desastres**: do conhecimento à ação. São Carlos: Rima Editora, 2017. p. 551-566.

SCHADECK, R. (org.). **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil**: 1995-2014. Florianópolis: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastre, 2016.

SILVA, S. S. da *et al*. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. **Forest Ecology Management**, [*s. l.*], v. 424, p. 312-322, 2018.

SORRENTINO, M. *et al*. Educação Ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005.

TRAJBER, R.; BRIANEZI, T. S.; BIASOLI, S. A. **Diretrizes de Educação Ambiental Climática**. São Carlos: Fundo Brasileiro de Educação Ambiental, 2023.

TRAJBER, R. Pensar fora da caixa: transição sustentável e resiliente. *In:* RAYMUNDO, M. H. A. *et al*. (org.). **Avaliação e monitoramento de políticas públicas de educação ambiental no Brasil**: transição para sociedades sustentáveis. Piracicaba: MH-Ambiente Natural, 2019. p. 55-68.

TRAJBER, R.; OLIVATO, D. A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. *In:* MARCHEZINI, V. *et al*. (org.). **Redução de vulnerabilidade a desastres**: do conhecimento à ação. São Carlos: Rima Editora, 2017. p. 531-550.

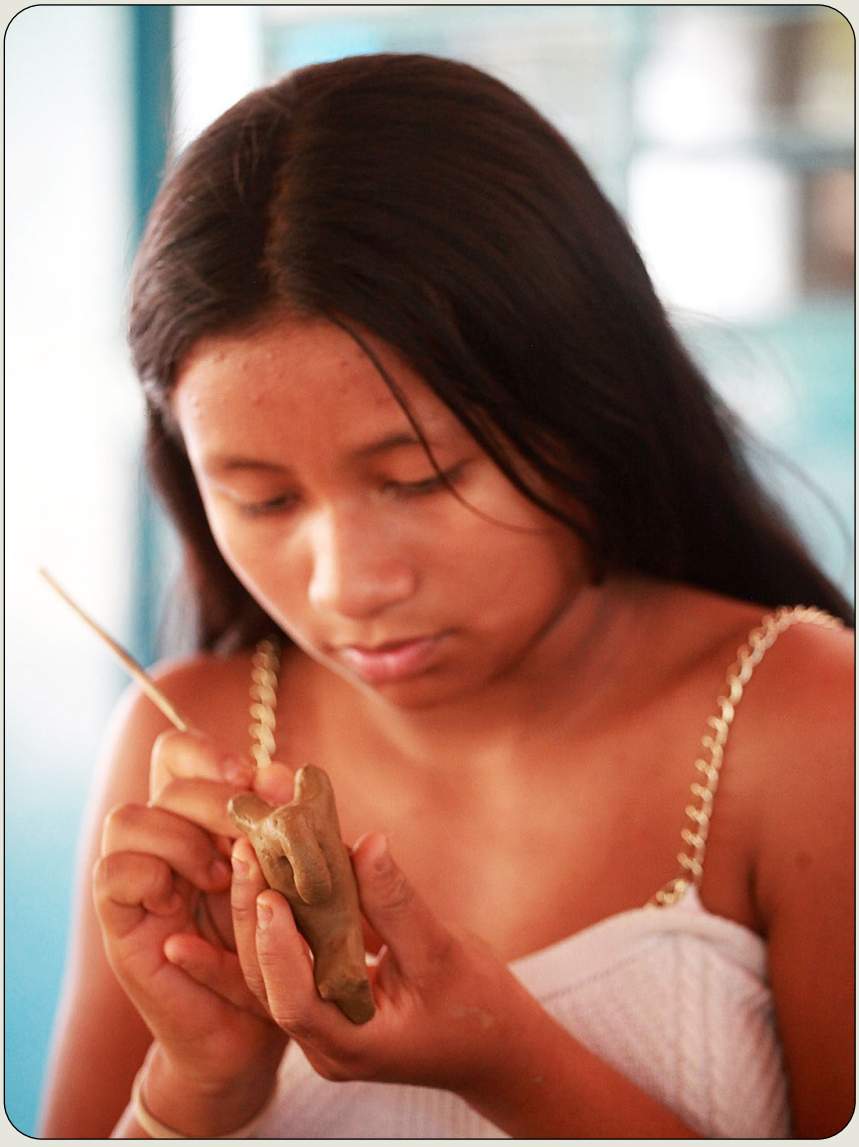
UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Global Assessment**

Report on Disaster Reports on Disaster Risk Reduction (GAR), Risk Reduction Making Development Sustainable: the future of disaster risk management. Genebra: UNISDR, 2015.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Genebra: UNISDR, 2009.

WISNER, B. *et al*. **At risk**: natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2. ed. Nova Iorque: Routledge, 2003.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. *In:* MASKREY, A. (ed.). **Los desastres no son naturales**. Cidade do Panamá: La Red, 1993. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2024.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: O PAPEL DO ENSINO DE GEOGRAFIA

GLOBAL CLIMATE CHANGE: THE ROLE OF GEOGRAPHY TEACHING

CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL: EL PAPEL DE LA ENSEÑANZA DE GEOGRAFÍA

CHANGEMENT CLIMATIQUE MONDIAL: LE RÔLE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOGRAPHIE

João Paulo Schultz[1]
Francisco de Assis Mendonça[2]

1 Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba - PR, Brasil. ORCID: 0009-0008-1268-5605. E-mail: jpschultz01@yahoo.com.br.
2 Professor Titular Sênior da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba - PR, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3107-8519. E-mail: chico@ufpr.br.

Introdução

Nos últimos tempos, eventos climáticos extremos como chuvas acima da média, inundações, ondas de calor e de frio, degelo, incêndios florestais, secas e suas consequências socioeconômicas, tem recebido grande repercussão nos noticiários do Brasil e do mundo. As mudanças climáticas e suas consequências para humanidade têm sido tema de inúmeros e relevantes debates, constituindo assim, o maior desafio socioambiental que os países terão de enfrentar no século XXI.

Tomando como base os princípios da educação geográfica em conexão com a educação ambiental, este artigo apresenta uma reflexão com abordagem educativa acerca da importância do ensino de Geografia para a conscientização sobre as mudanças climáticas globais.

O texto apresenta, inicialmente, as perspectivas científicas sobre as mudanças climáticas globais considerando os relatórios de avaliação (ARs) do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change)* e os escritos de Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Nobre e Marengo (2017), Mendonça (2021), Artaxo (2022) e Oscar Júnior *et al.* (2022).

Na sequência, o texto traz uma reflexão sobre o papel da educação geográfica na compreensão das mudanças climáticas globais, considerando a educação como um instrumento para a compreensão, enfrentamento, mitigação e adaptação dessas mudanças a partir de Mendonça (1996 e 2021), Callai (2011 e 2018), Nogueira e Carneiro (2013), Tozato e Torales Campos (2017), Bêz (2018), Oscar Júnior *et al.* (2022) e Pena-Vega (2023).

Por fim, o texto reflete sobre a importância do ensino de Geografia para a conscientização sobre as mudanças climáticas globais considerando os escritos de Callai (2011), Cavalcanti (2013), Tozato e Torales Campos (2015), Bêz (2018), Oscar Júnior *et al.* (2022) e Mendonça *et al.* (2024).

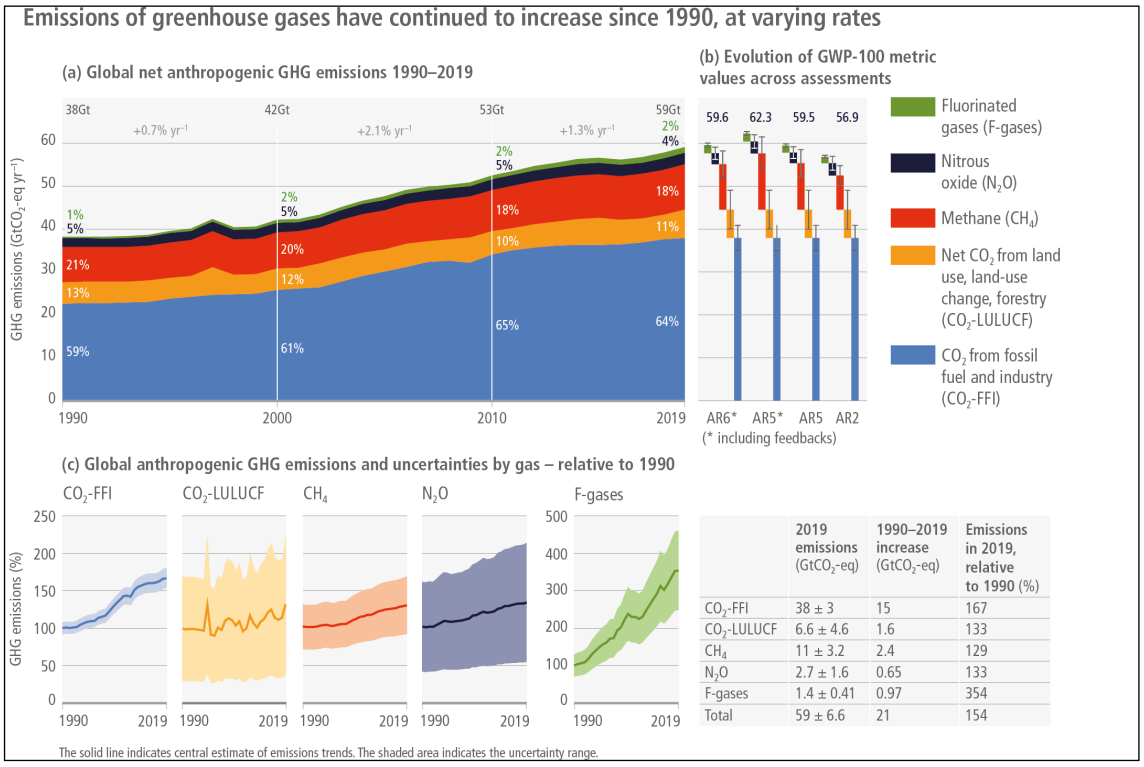
Perspectivas científicas sobre as mudanças climáticas globais

O IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* – (em português, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) é a principal referência mundial acerca das mudanças climáticas globais. Desde a sua criação em 1988, o IPCC elaborou seis relatórios de avaliação (ARs) sobre a situação do clima da Terra, sendo o último (AR6 síntese) publicado em 2023.

Conceitualmente, o IPCC define as mudanças climáticas como alterações significativas nos padrões médios de temperatura, precipitação, ventos e outros elementos do clima global. O termo é frequentemente usado para se referir às mudanças climáticas globais induzidas pelas atividades humanas, como o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, potencializando um aquecimento global e resultando em efeitos relevantes no clima do planeta como o aumento das temperaturas médias, o

derretimento das geleiras, a elevação do nível do mar e a ocorrência de eventos climáticos extremos como secas, tempestades e inundações.

O efeito do aumento das concentrações de CO_2 promovido pelas atividades humanas tem contribuído para o aquecimento global. A partir do final do século XIX, cientistas do mundo todo vem apresentando quadros preocupantes acerca do lançamento contínuo e cada vez maior de gases de efeito estufa na Troposfera e suas consequências no aquecimento do planeta (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). A Figura 1 apresenta um panorama acerca do aumento das emissões de gases do efeito estufa no período de 1990 a 2019:



	2019 emissions ($GtCO_2$-eq)	1990–2019 increase ($GtCO_2$-eq)	Emissions in 2019, relative to 1990 (%)
CO_2-FFI	38 ± 3	15	167
CO_2-LULUCF	6.6 ± 4.6	1.6	133
CH_4	11 ± 3.2	2.4	129
N_2O	2.7 ± 1.6	0.65	133
F-gases	1.4 ± 0.41	0.97	354
Total	59 ± 6.6	21	154

Fonte: IPCC (2022).

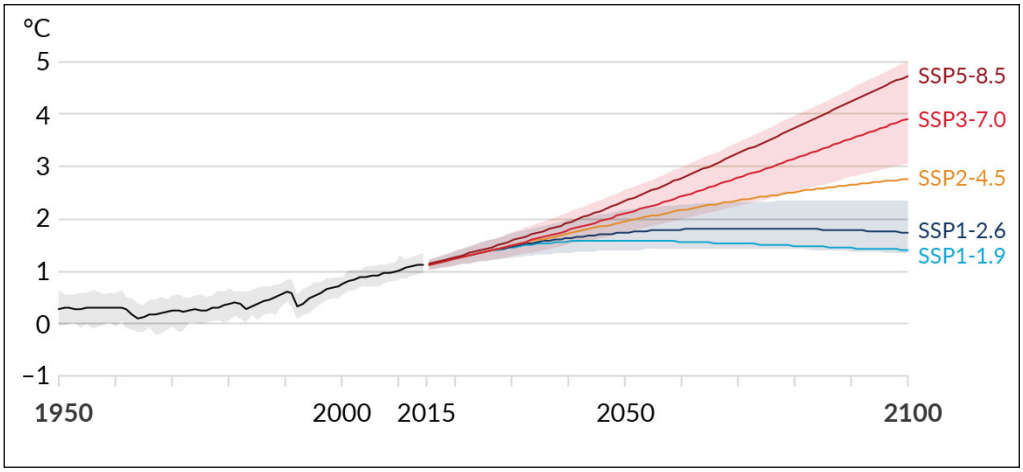
Figura 1. Aumento das emissões antropogênicas globais em todos os principais grupos de gases do efeito de estufa.

As mudanças climáticas globais têm se estabelecido como o maior desafio que a humanidade terá de enfrentar no século XXI. Cientistas do mundo todo apontam que as atividades humanas, em particular a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, estão desencadeando transformações profundas no sistema climático da Terra.

A origem das mudanças climáticas globais na Modernidade pode ser remetida ao desenvolvimento da indústria a partir da Revolução Industrial do século XVIII e a consequente queima de combustíveis fósseis e a emissão de metano. Conforme aponta o IPCC, "a concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera aumentou para níveis nunca vistos nos últimos anos". Isso se deve principalmente à emissão de CO_2 proveniente da queima de carvão, petróleo e gás natural.

Pesquisas realizadas em várias partes do mundo apontam tendências de aquecimento da temperatura da superfície do planeta até o final do século XXI, revelando perspectivas otimistas, como o aquecimento de cerca de 1,5 ºC, até as mais pessimistas (5 ºC) na elevação das temperaturas médias do planeta, conforme Figura 2:

Mudanças na temperatura de superfície global



Fonte: IPCC (2021).

Figura 2. Mudanças na temperatura de superfície global projetadas até o ano de 2100, baseado em cinco diferentes cenários de mudanças climáticas (período-base 1850-1900).

Nobre e Marengo (2017, p.499) explicam que...

> poderemos atingir em breve um ponto sem retorno para o mar de gelo do Oceano Ártico, em que este não mais terá gelo flutuante durante o verão do Hemisfério Norte, algo que não ocorre no planeta há muitos milhões de anos. Ou, ainda, com mais de 2°C de aquecimento global, pode-se atingir um ponto sem retorno para o derretimento das geleiras da Groenlândia e da Antártica Ocidental, implicando em muitos metros de aumento do nível do mar na escala de séculos.

As perspectivas apresentadas pela ciência indicam a possibilidade de um aquecimento planetário médio da ordem de 3 ºC a 4 ºC até 2100. Em áreas continentais, a estimativa é de um aquecimento de 4º a 5 ºC (Artaxo, 2022). As consequências das mudanças climáticas são vastas e impactam de forma desigual as comunidades ao redor do mundo. Para Oscar Júnior *et al.* (2022, p. 717):

> Essa perspectiva de aquecimento médio do planeta conduz a uma geografia bastante preocupante da manifestação das mudanças climáticas globais, especialmente pelo fato de que algumas áreas, como as altas latitudes, terão aumento médio de cerca

> de 10 ºC a 12 ºC; esse aquecimento forçosamente provocará o derretimento do gelo oceânico e continental, que acarretará na entrada de muita água gelada e doce no sistema marítimo, alterando por completo a dinâmica das correntes marinhas e consequentemente do ar... com fortíssimos impactos nas paisagens de todo o mundo, destacando-se inúmeros efeitos negativos na ecologia e na sociedade humana.

Os últimos relatórios do IPCC alertam que "as mudanças climáticas não são um problema futuro, elas já estão afetando a vida das pessoas em todo o mundo". Para Mendonça (2021), condições climáticas que fogem do habitual sempre trouxeram dificuldades para as comunidades humanas. Embora o progresso técnico e tecnológico tenha amenizado essa relação, também evidenciou uma crescente segregação socioespacial, marcada por desigualdade social para a maior parte da população.

Essas questões transcendem as fronteiras nacionais e exigem ação conjunta em nível global. No contexto das mudanças climáticas, esforços de adaptação podem gerar vários benefícios como a melhoria da produtividade agrícola, inovação, saúde e bem-estar, segurança alimentar, conservação da biodiversidade, bem como, a redução de riscos e danos (Artaxo, 2022).

A comunidade científica fornece um retrato claro das causas e consequências dessas mudanças. A ciência desempenha um papel essencial na formação de políticas e na conscientização pública, contribuindo para a busca de soluções para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e adaptar-se a um futuro incerto. Mendonça (2021, p. 5) destaca que,

> Entender as mudanças climáticas como processos naturais da evolução da natureza coloca-se como o primeiro pressuposto para a compreensão do tema; trata-se, indubitavelmente, de entender a realidade ambiental do presente como resultante de um jogo de forças – matéria – energia que envolve a dimensão humana-social e que, por si mesma, possui uma dinâmica desafiadora ao conhecimento humano e à ciência.

A mudança climática é um desafio complexo que requer ação imediata e coordenada em nível global. Enquanto sociedade, temos responsabilidades por essas mudanças, porém, temos a capacidade de tomar medidas para enfrentá-las. A ciência nos chama à ação, lembrando-nos que somos parte de um sistema global e de que nosso futuro coletivo está diretamente ligado à saúde do planeta Terra.

O papel da educação geográfica na compreensão das mudanças climáticas globais

Partindo do prenúncio que as mudanças climáticas representam um dos desafios globais do século XXI com relevantes implicações para o planeta e para as populações diversas, a educação surge como um instrumento fundamental para a compreensão,

enfrentamento e mitigação dessas mudanças apresentando os desafios enfrentados e as possibilidades que surgem visando a promoção de uma consciência ambiental cidadã com a formação de cidadãos responsáveis e comprometidos com o presente e o futuro do planeta.

> Nossa convicção é a de que as abordagens em direção a uma alfabetização sobre as mudanças climáticas são importantes para promover uma visão crítica do mundo e inspirar a participação cívica dos jovens. A compreensão tem como objetivo, então, a capacidade de um indivíduo de identificar e de compreender o papel que os efeitos do aquecimento global têm na sociedade-mundo, de criar raciocínios (julgamentos e ações) bem fundados e de utilizar os conhecimentos que respondem às necessidades da vida cotidiana do indivíduo como cidadão construtivo, implicado e reflexivo (Pena-Vega, 2023, p. 125).

A inclusão das mudanças climáticas na agenda educacional é fundamental para sensibilizar as novas gerações sobre a emergência climática. A educação é chave importante nesse processo, pois, é a partir da compreensão dos impactos das mudanças climáticas que poderemos tomar decisões e implementar ações.

Nessa perspectiva, a Geografia enquanto ciência e componente curricular da educação básica, "tem por objeto de estudo as relações entre o homem e o meio, numa troca simultânea de influências" (Mendonça, 1996, p. 17). Partindo da compreensão das interações entre a sociedade e a natureza, a Geografia desempenha um importante papel no entendimento das mudanças climáticas globais com estudos que versam sobre a distribuição espacial do fenômeno em diferentes escalas, a forma como os recursos naturais e energéticos são utilizados e seus respectivos impactos, a modelagem climática e a previsão de cenários futuros, bem como, os impactos socioeconômicos, as políticas públicas e a gestão dos territórios.

Conceitualmente, podemos compreender a educação geográfica como "um processo capaz de contribuir para a codificação e descodificação do mundo pelo sujeito-aluno" (Nogueira; Carneiro, 2013, p. 11), "oportunizando ao aluno acesso ao conhecimento de modo que o torne significativo para que assim possa elaborar o seu próprio pensamento e produzir o seu saber" (Callai, 2018, p. 10).

Nesse sentido, a Geografia escolar, entre outros componentes curriculares, responde pela potencialização da educação ambiental em prol da formação de cidadãos dotados de uma consciência socioambiental. Para tanto, cabe à educação geográfica possibilitar aos estudantes o conhecimento sobre o mundo, obter e organizar os conhecimentos para entender a lógica do que acontece nesse mundo (Bêz, 2018).

A educação geográfica exerce um papel relevante na formação de cidadãos críticos, capazes de compreender as dinâmicas socioambientais e econômicas que caracterizam as interações entre a sociedade e a natureza e atuarem no enfrentamento das mudanças climáticas com práticas resilientes e sustentáveis em seus espaços de vivência (Oscar Júnior *et al.*, 2022).

Ao tratar da complexidade das relações entre sociedade e natureza, a educação geográfica proporciona uma compreensão aprofundada dos impactos das mudanças climáticas em diferentes escalas geográficas e possibilita o desenvolvimento de habilidades analíticas que permitem a interpretação de dados espaciais e temporais relacionados às mudanças climáticas.

As abordagens interdisciplinares na educação geográfica também merecem destaque, pois a interdisciplinaridade entre Geografia e os demais componentes curriculares do ensino fundamental e do ensino médio podem fomentar a discussão acerca das mudanças climáticas, possibilitando que os estudantes reconheçam a necessidade de ações integradas. Mendonça (2021, p. 24) destaca a "perspectiva inter/multi e transdisciplinar como forma de enfraquecer o pensamento único na ciência e garantir a pluralidade e heterogeneidade de perspectivas".

> A perspectiva interdisciplinar possibilita a superação do saber fragmentado, e traz um possível direcionamento para a construção de uma visão integral de meio ambiente, a partir da articulação de diversos campos de conhecimento ante a necessidade de composição de estratégias de mitigação e adaptação à mudança climática global (Tozato; Torales Campos, 2017, p. 98-99).

Nesse contexto, ressalta-se a importância da recente Lei nº 14.926, sancionada em 17 de julho de 2024 pelo Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva, que assegura atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 2024). A presente lei altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 sobre a educação ambiental e a Política Nacional de Educação Ambiental.

A partir desta mudança, é fundamental que as instituições de ensino, dentro de suas realidades e políticas, se adequem às novas diretrizes que visam fortalecer a educação ambiental no Brasil, considerando aspectos como a participação ativa, integração de políticas, desenvolvimento de metodologias, inserção curricular e sensibilização da comunidade. Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de ações que envolvam o currículo, projetos e formação continuada para professores, gestores e educadores ambientais sobre educação ambiental voltada às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais (Brasil, 2024).

Nesse sentido, fica evidente a importância da conexão entre a educação geográfica e a educação ambiental para a necessidade de formar cidadãos conscientes e engajados para a conservação do meio ambiente. Ambas, de maneira transversal, desempenham importantes papéis na formação de cidadãos capazes de compreender e agir perante os desafios socioambientais contemporâneos (Bêz, 2018), a exemplo das mudanças climáticas globais.

Ao integrar educação geográfica e educação ambiental, os professores de Geografia tem a possibilidade de promover uma compreensão sólida das questões socioambientais nas diferentes escalas geográficas (local-global, global-local). Nesse processo, os estudantes

são incentivados a explorar as relações entre os diversos fatores geográficos, a exemplo dos bens naturais vistos como recursos na ótica capitalista, dinâmicas populacionais e desenvolvimento socioeconômico, tornando esses conteúdos significativos para as suas vidas (Callai, 2011).

A conexão entre educação geográfica e educação ambiental é essencial para a formação de cidadãos conscientes do seu papel socioambiental. Essa abordagem interdisciplinar enriquece os processos de ensino-aprendizagem e capacita os estudantes para a compreensão, análise e enfrentamento dos desafios socioambientais do planeta Terra de maneira complexa.

A educação geográfica possibilita que os estudantes compreendam as interações entre a sociedade e natureza. Ao possibilitar a conscientização, o desenvolvimento de habilidades de análise e a abordagem interdisciplinar, a educação geográfica contribui com o processo de formação de cidadãos conscientes para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas globais.

A importância do ensino de Geografia para a conscientização sobre as mudanças climáticas globais: reflexões e direcionamentos

A escola representa um espaço institucional apropriado para discutir os temas de interesse comum dos cidadãos e da sociedade. Enquanto professores de Geografia, temos responsabilidades e desafios com os nossos estudantes e comunidade escolar no sentido de refletir sobre o currículo e pensar ações que considerem às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais, conforme dispõe a Lei nº 14.926/2024 já mencionada neste texto.

Nesse contexto, o ensino de Geografia emerge como uma possibilidade para a compreensão e a conscientização sobre as mudanças climáticas globais, uma vez que possibilita o conhecimento e a exploração de diversas maneiras pelas quais a Geografia pode contribuir para a formação de cidadãos dotados de consciência socioambiental (Bêz, 2018).

A Geografia fornece subsídios para que os estudantes compreendam a dinâmica climática a partir de estudos sobre os elementos e os fatores que influenciam o clima como a temperatura, a umidade, a pressão atmosférica, as massas de ar, a altitude, a latitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação, entre outros. Essa compreensão é essencial para que os estudantes possam analisar as alterações climáticas e suas consequências para as sociedades diversas.

A Geografia enquanto componente curricular da educação básica também considera as relações entre as atividades humanas e os fenômenos climáticos. Conteúdos que versam sobre as práticas de uso do solo, a urbanização e a industrialização contribuem para que os estudantes entendam como essas ações podem influenciar a dinâmica climática.

O ensino de Geografia exerce um papel importante na formação de cidadãos críticos por meio de ações voltadas à cidadania. Para Cavalcanti (2013), o pensar geográfico

contribui para a contextualização do próprio aluno como cidadão do mundo. Ao discutir questões sociais, econômicas e políticas intrínsecas às mudanças climáticas, os estudantes são motivados a participar de debates e a se envolver em ações locais e globais sobre o clima. A conscientização sobre as questões climáticas estimula a reflexão sobre conceitos importantes como justiça ambiental e justiça climática e os direitos das populações afetadas.

O ensino de Geografia também configura como um espaço para reflexão e ação sobre os desafios climáticos. Os estudantes são estimulados à reflexão sobre as diversas práticas no campo e na cidade. Nesse sentido, o estudo do lugar, no ensino de Geografia, corrobora para que os estudantes entendam o mundo a partir dos seus espaços de vivência (Callai, 2011).

Para que o ensino de Geografia atenda a demanda acerca das mudanças climáticas aqui mencionadas, um ponto que merece atenção é a formação continuada dos professores de Geografia. A formação continuada sobre as mudanças climáticas para professores de Geografia é importante para promover a atualização do conhecimento sobre o assunto, explorar novas estratégias metodológicas, refletir sobre o currículo, (re)pensar planos e práticas pedagógicas, participar de eventos, grupos temáticos e redes visando preparar os estudantes para os desafios futuros.

Para Tozato e Torales Campos (2015, p. 285) "através do processo de ensino, o professor pode promover esclarecimentos, aprendizagem, conscientização, mas essencialmente mudanças de hábitos ante as demandas concretas relacionadas às mudanças no clima".

Nesse sentido, a formação continuada de professores é importante e fortalece a educação ambiental em conexão com a educação geográfica nas escolas brasileiras, pois, além da fragilidade das ações socioambientais nos espaços educativos, a educação ambiental nem sempre possuí um tempo e espaço no currículo. Acrescentar e/ou adaptar o currículo aos temas emergentes, como o das mudanças climáticas, é um desafio e deve se tornar um objeto a ser alcançado (Oscar Júnior *et al.*, 2022).

> O ensino de geografia, através do processo ensino-aprendizagem, tem muito a contribuir para um melhor conhecimento acerca das mudanças climáticas globais, cabendo um papel fundamental ao professor de geografia neste processo. Ainda que a BNCC deixe a desejar no tocante a abordagem do tema, posto evidenciar sobretudo uma visão tecnicista e pouco crítica do fenômeno, é na sala de aula e nas atividades extraclasse que os professores podem atuar de maneira a contribuir com a formação cidadã, especialmente para ações relacionadas à mitigação e adaptação aos cenários presentes e futuros das mudanças climáticas (Oscar Júnior *et al.*, 2022, p. 732).

Para trabalhar a temática das mudanças climáticas em sala de aula, é preciso que o professor utilize metodologias diversificadas que tornem o ensino mais atrativo aos estudantes. Ao adotar metodologias ativas no ensino, "os professores de Geografia proporcionam aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades e competências

essenciais, como a capacidade de análise espacial, o pensamento crítico e a resolução de problemas" (Mendonça *et al*., 2024. p. 236).

Entre as principais metodologias ativas que podem ser exploradas e adaptadas no desenvolvimento de aulas e conteúdos sobre a questão climática, Mendonça *et al.* (2024) destacam:

- Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): os estudantes são apresentados a problemas complexos e desafiadores relacionados à área de estudo;
- Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj): envolve a realização de projetos pelos estudantes. Eles têm a oportunidade de explorar um tema de interesse e elaborar um projeto que envolva pesquisa, investigação, análise e apresentação de resultados;
- Aprendizagem Cooperativa: os estudantes trabalham em pequenos grupos para atingir metas comuns. Eles são responsáveis por compartilhar conhecimentos, discutir ideias, resolver problemas e realizar atividades conjuntas;
- Sala de Aula Invertida: os estudantes acessam previamente conteúdos como leituras, vídeos ou materiais online, e durante o encontro presencial o professor utiliza o tempo para esclarecer dúvidas, realizar atividades práticas e promover discussões mais aprofundadas;
- Gamificação: consiste em utilizar elementos de jogos em atividades de aprendizagem nas quais os estudantes são engajados por meio de desafios, recompensas, competições e sistemas de pontuação;
- Estudos de Caso: consistem em situações reais, complexas e contextualizadas que são apresentadas aos estudantes para análise e discussão.

Tais abordagens metodológicas podem contribuir para que as aulas de Geografia acerca das mudanças climáticas sejam mais dinâmicas e atrativas, despertando o interesse dos estudantes por serem desafiados a construir seu próprio conhecimento, relacionando os conteúdos com suas experiências e realidades (Mendonça *et al*., 2024).

Considerações finais

As mudanças climáticas globais e suas repercussões nas diferentes sociedades têm sido evidenciadas por cientistas de todo o mundo, representando o maior desafio socioambiental que enfrentaremos tanto no presente quanto no futuro. Logo, a ciência desempenha um papel fundamental na conscientização e formulação de políticas públicas, promovendo ações para mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

A educação geográfica pode ser compreendida como um processo que auxilia o estudante a entender e interpretar o mundo, proporcionando acesso ao conhecimento geográfico de forma que se torne relevante para o mesmo. Isso possibilita que o estudante desenvolva seu pensamento espacial e raciocínio geográfico, criando seu saber. Nesse contexto, a educação geográfica desempenha um papel importante na formação de cidadãos conscientes, preparando-os para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas globais.

O ensino de Geografia desenvolve habilidades para análise espacial que são importantes para o entendimento das mudanças climáticas. O uso de recursos cartográficos como mapas, gráficos e as metodologias ativas no ensino de Geografia permitem que os estudantes compreendam as causas e as consequências das mudanças climáticas em diferentes escalas geográficas.

A conexão entre educação geográfica e educação ambiental é fundamental na formação de cidadãos conscientes de sua responsabilidade socioambiental. Essa perspectiva interdisciplinar enriquece o processo de ensino-aprendizagem, levando os estudantes à reflexão, compreensão e ação sobre os desafios socioambientais do nosso planeta. Nesse processo, os professores de Geografia exercem um papel relevante na formação cidadã, especialmente em ações voltadas para a mitigação e adaptação aos desafios das mudanças climáticas globais.

Referências

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: a construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. **Ciência. Culto.** São Paulo, v. 4, pág. 01-14, dezembro de 2022. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252022000400013&lng=en&nrm=iso>.

BRASIL, **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024.** Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, e assegura atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental.

BÊZ, M. **Educação Geográfica na perspectiva da Educação Ambiental:** uma matriz teórico-metodológica sob o foco da cidadania socioambiental para a educação básica. Tese. Doutorado em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2018.

CALLAI, H. C. **Educação geográfica:** reflexão e prática. (org). Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

CALLAI, H. C. Educação geográfica para a formação cidadã. **Revista de Geografía Norte Grande.** Santiago, n. 70, p. 9-30, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022018000200009&lng=es&nrm=iso>.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos.** Campinas: Papirus, 2013.

IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press, 2021.

IPCC. Emissions Trends and Drivers. In: **Climate Change 2022**: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, In Press, 2022.

MENDONÇA, F. **Geografia Física:** Ciência Humana? Coleção Repensando a Geografia, 4 ed. São Paulo: Contexto, 1996.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, F. Mudanças climáticas globais: controvérsias, participação brasileira e desafios à ciência. **HUMBOLDT**, *[S. l.]*, v. 1, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/57365>.

MENDONÇA, F.; FOGAÇA, T. K.; SCHULTZ, J. P.; GOMES. H. S. Metodologia científica e Ensino de Geografia: Desafios e oportunidades no Brasil contemporâneo. *In* PEREIRA; ASCENÇÃO (orgs). **Formação de professores de Geografia** [recurso eletrônico]: pesquisa e métodos na formação de professores de Geografia – Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2024.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas em Rede** – um olhar interdisciplinar. Contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas. São José dos Campos, SP: INCT, 2017.

NOGUEIRA, V.; CARNEIRO, S. M. M. **Educação geográfica e formação da consciência espacial-cidadã.** Curitiba: Editora UFPR, 2013.

OSCAR JUNIOR, A. C.; MENDONÇA, F.; GOMES, H. S. Emergência climática: desafios e oportunidades no campo do ensino de geografia. **Revista da ANPEGE**, *[S. l.]*, 2022. DOI: 10.5418/ra2022.v18i36.16339. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/16339>.

PENA-VEGA, A. **Os sete saberes necessários à educação sobre as mudanças climáticas.** São Paulo: Cortez Editora, 2023.

TOZATO, M. O.; TORALES CAMPOS, M. A. Educação ambiental e mudanças climáticas: uma pesquisa exploratória no contexto brasileiro. **Revista Ambientalmente Sustentable**, 2015.

TOZATO, M. O.; TORALES CAMPOS, M. A. A mudança climática global na perspectiva dos professores de ciências naturais e as potencialidades para a educação ambiental. **Revista Ambientalmente Sustentable**, 2017.

COMUNIDADE VIRTUAL LUSÓFONA - INTERCÂMBIO CULTURAL E CIENTÍFICO - LITERACIA CIENTÍFICA CLIMÁTICA NO CURRÍCULO E ESTRATÉGIAS SIGNIFICATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO NA ESCOLA

LUSOPHONE VIRTUAL COMMUNITY - CULTURAL AND SCIENTIFIC EXCHANGE - CLIMATE SCIENTIFIC LITERACY IN THE CURRICULUM AND MEANINGFUL IMPLEMENTATION STRATEGIES AT SCHOOL

COMUNIDAD VIRTUAL LUSÓFONA - INTERCAMBIO CULTURAL Y CIENTÍFICO - ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA CLIMÁTICA EN EL CURRÍCULO Y ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN SIGNIFICATIVAS EN LA ESCUELA

COMMUNAUTÉ VIRTUELLE LUSOPHONE – ÉCHANGE CULTUREL ET SCIENTIFIQUE – CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE DU CLIMAT DANS LE PROGRAMME SCOLAIRE ET STRATÉGIES DE MISE EN ŒUVRE SIGNIFICATIVES À L'ÉCOLE

Liliana Gomes[1]
Nuno Agostinho[2]
Mário Talaia[3]
Mafalda Brás[4]
Nuno Ferreira[5]

1 Instituto Educativo do Juncal – Leiria, Portugal. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-0623-0140. E-mail: liliana.gomes@iej.pt.
2 Instituto Educativo do Juncal – Leiria, Portugal. ORCID https://orcid.org/ 0009-0009-5147-7574. E-mail: nsa@ua.pt.
3 CIDTFF – Universidade de Aveiro: 3810-193 Aveiro, Portugal. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4311-6209. E-mail: mart@ua.pt.
4 Escola Portuguesa de Moçambique – Maputo, Moçambique. ORCID: https://orcid.org/ 0009-0002-6765-4167. E-mail: mbraz@epmcelp.edu.mz.
5 Escola Portuguesa de Moçambique – Maputo, Moçambique. ORCID: https://orcid.org/ 0009-0004-0926-3904. E-mail: nferreira@epmcelp.edu.mz.

Contexto

No dia-a-dia, na sociedade ou na escola, na vida económica ou no mundo da cultura, a lusofonia é um denominador comum de várias vozes e numa língua de várias pátrias. Mas quando entramos numa escola e nos deparamos com a diversidade, temos de nos perguntar se o encontro de culturas permite que a autonomia, a solidariedade e as diferenças sejam apreendidas em conjunto e se se traduzem em objetivos comuns para a vida, para além das boas intenções.

A Lusofonia é uma construção extraordinariamente difícil. A compreensão do espaço lusófono, em toda a unidade e diversidade poderá contribuir para o desenvolvimento de um quadro de pensamento sobre o espaço e respetivas dinâmicas culturais.

Este projeto parte do princípio de que toda a aprendizagem é um processo contínuo, construtivo, assente na interligação entre teoria e prática, entre escola e realidade. Embora se considere a língua um veículo de comunicação, um fator de unidade e de entendimento, um elo entre gerações e comunidades, ainda que com diferente situação geográfica, não basta invocar o interculturalismo ou o multiculturalismo, é indispensável apostar no desenvolvimento pessoal e social a partir das circunstâncias próprias de cada um e de cada cultura. Sendo a mobilidade uma característica do nosso tempo, temos de encarar a educação de modo diferente do que até aqui. Além da escola como instituição formal de instrução e ensino, outras instituições, públicas ou privadas, e cada indivíduo são chamados a observar e refletir sobre os problemas locais e globais a fim de os compreender e agir no sentido de inventariar soluções. A teoria da cognição distribuída advoga que a inteligência não é um atributo individual, mas algo que se distribui nas relações dinâmicas entre pessoas, ambientes, situações e artefactos, "(…) as a means of coping with the complexity of activities we often call 'mental'" (Pea, 1985, *apud* Jenkins, 2006, p. 39). Desta forma a inteligência surge como algo que é "(…) accomplished rather than possessed" (*ibid.*). Esta nova forma de encarar a construção e o desenvolvimento de inteligência potencializa-se através das contribuições da informática no sentido de enriquecer e diversificar as formas de encaminhar o processo ensino e aprendizagem para realizar as atividades curriculares (Oliveira *et al.*, 2001). Autores como Valente (1993), Moran (2000), Marinho (1998) e Masetto (2003) destacam a importância dos ambientes digitais de aprendizagem, que propiciam a interação e a pesquisa em ambientes colaborativos presenciais e virtuais, como se mostra na Figura 1.

O que se pretendeu, neste projeto, foi uma partilha formal e informal, em ambientes digitais, entre países da lusofonia, nomeadamente Cabo Verde, Moçambique, Portugal e Timor-Leste, tendo como objetivo oferecer aos alunos a oportunidade de uma experiência concreta, contextual e significativa, através da qual eles puderam levantar as suas próprias questões e construir os seus próprios modelos, conceitos e estratégias. Estas partilhas permitiram ampliar e melhorar, não restringir ou empobrecer a aprendizagem, antes sim, construir um processo de genuína aprendizagem, de novo conhecimento, quer teórico, quer

prático, que se traduziu num acréscimo de competências. Uma aprendizagem significativa, que fez sentido para quem a adquiriu e incorporou, promovendo e melhorando a qualidade da educação com o intuito de informar e sensibilizar o público em geral. Na Figura 2 mostra-se o processo de partilha formal e informal considerado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Ambientes digitais de aprendizagem - interação e pesquisa em ambientes colaborativos presenciais e virtuais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. Partilha formal e informal - processo contínuo, construtivo, assente na interligação entre teoria e prática, entre escola e realidade.

Objetivos

O desenvolvimento de cidadãos conscientes, críticos e interventivos passa, entre outros aspetos, pela capacidade de os sujeitos encararem a educação e a aprendizagem como uma riqueza coletiva e não individual. Em termos de práticas educativas apropriadas ao século XXI, esta meta pressupõe a melhoria da qualidade da educação através da diversificação de conteúdos e métodos, promovendo a experimentação, a inovação, a difusão e partilha de informação e de boas práticas (UNESCO, 2003), sustentando-se e fazendo uso das tecnologias da informação e comunicação.

No processo de globalização multicultural em que está inserida a sociedade, encontramos na lusofonia um contexto intercultural de povos que, pelo produto da história, se entrecruzam e não se conhecem. A proposta pode ser o caminho para promover o desenvolvimento de relações culturais entre os países e o enriquecimento e a difusão da língua portuguesa como veículo de cultura, educação, informação e de acesso ao conhecimento científico e tecnológico.

O poder da comunicação online e de uma comunidade virtual está na capacidade de novas perspetivas de sociabilidade. Com base nesta premissa, e porque a nada do que é educativo são alheios os valores sociais, o projeto foi uma oportunidade funcional para fomentar o encontro com a diversidade cultural e tê-la como princípio para fazer parte da sociedade da informação.

O projeto, alicerçado na comunicação, criou uma comunidade virtual lusófona capaz de atualizar esta linguagem pelo reconhecimento dos povos lusófonos e suas construções simbólicas, tornando a navegação digital num porto de chegadas e encontro de povos (Figura 3). A cooperação decorreu a partir da abertura de meios de interatividade através de ferramentas digitais, com ênfase na produção de conteúdos em idiomas autóctones e línguas de trabalho, com foco nas línguas portuguesa e inglesa. O nascimento da comunidade virtual lusófona preservou idiossincrasias, o reforço e a renovação de ideários sociais. A partir deste preceito de interação dinâmica foi possível valorizar o intercâmbio cultural e científico.

Tendo em conta os pressupostos apresentados, no âmbito do projeto promoveu-se, numa primeira fase, o envolvimento da comunidade escolar através da seleção dos participantes e da análise de literatura relativa a história, geografia, cultura, ciência e economia de cada país, bem como um estudo dos requisitos para o desenvolvimento da comunidade virtual lusófona.

Numa segunda fase, efetuou-se uma identificação dos participantes e análise das informações. A identificação dos participantes e análise das informações processou-se em duas fases:

1) Aplicação de inquérito por questionário aos alunos de forma a conseguir-se uma perspetiva individual;

2) Após a recolha e análise dos inquéritos, foram criados os grupos de partilha da comunidade virtual lusófona.

Numa terceira fase, desenvolveram-se recursos digitais e conceberam-se atividades de partilha síncronas.

Assim, considerou-se existirem funções essenciais da comunidade virtual lusófona, a saber: 1) Função de apoio ao Professor; 2) Função de transmissão de conhecimentos; 3) Função de desenvolvimento de capacidades e de competências; 4) Função de consolidação das aquisições e aprendizagens; 5) Função de avaliação das aquisições; 6) Função de ajuda na integração das aquisições; 7) Função de educação social e cultural.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Comunidade virtual lusófona – comunicação nas línguas portuguesa e inglesa.

Na última fase foi privilegiada a divulgação da comunidade virtual lusófona junto das comunidades educativas locais através de palestras, seminários, workshops, encontros, entre outras; e a avaliação do projeto e do seu impacto junto da comunidade.

Neste projeto, participaram alunos de Instituições de Ensino em Moçambique, Portugal e Timor-Leste, os seus respetivos professores e encarregados de educação.

Instituições de Ensino:

- Portugal: Instituto Educativo do Juncal;
- Timor-Leste: Colégio Santo Inácio de Loiola, Kasait;
- Moçambique: Escola Portuguesa de Moçambique.

Parceiros:

- Timor-Leste: UNESCO;
- Cabo Verde: Universidade de Cabo Verde;
- Moçambique: Escola Portuguesa de Maputo;
- Portugal: Município de Porto de Mós e Universidade de Aveiro.

A metodologia CLIL ao serviço da literacia científica

A escola sente, atualmente, urgência em promover de forma eficaz e mensurável as literacias digitais, linguísticas e ambientais dos alunos, dando resposta aos desafios que se colocam aos jovens e às sociedades do século XXI.

O acesso de alunos e pessoal educativo a experiências internacionais diversificadas contribui para a criação de um sentimento de cidadania global, responsável e produtiva (Gomes *et al*., 2011), que se traduz numa maior integração social e académica, com a consequente melhoria do desempenho escolar, social, cívico e ambiental, fundamental para a resolução dos problemas complexos que afetam as sociedades atuais.

Este projeto de intercâmbio teve por base a promoção de uma cultura de partilha e dinamização de práticas inovadoras, em linha com os objetivos da transição digital e o desafio ambiental, com o intuito de melhorar os desenhos curriculares existentes e aplicar práticas pedagógicas modernas, apelativas e sustentáveis, para melhorar as aprendizagens.

O estabelecimento, com confiança, de contactos internacionais, sejam eles presenciais ou em cooperação virtual são fundamentais para o diálogo entre culturas, entre diferentes áreas do saber e permitem a aquisição de competências comunicativas que permitem ao sujeito apreender o mundo à sua volta, interagir com os diferentes sujeitos e agir sobre a realidade. A falta de competências linguísticas e comunicativas, quer da língua materna quer das línguas de trabalho, aliada à iliteracia digital e científica, são fatores de exclusão social e cultural.

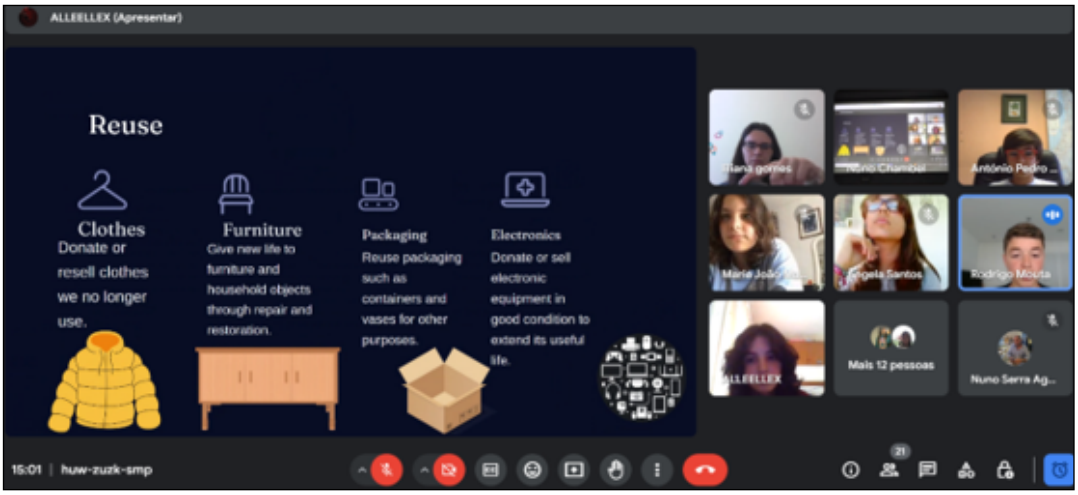
Neste projeto, recorremos à metodologia CLIL como forma de trabalhar, de forma interdisciplinar, as temáticas da educação ambiental e permitir aos alunos a aquisição de competências de comunicação em ciência em língua inglesa, para além da língua portuguesa. O termo CLIL significa "*Content and Language Integrated Learning*" e foi cunhado em 1994 por David Marsh para se referir ao método que, de certa forma, unia a imersão linguística ao ensino de conteúdos disciplinares, ou seja, utilizava a língua estrangeira como veículo de instrução, com o duplo objetivo de transmitir conhecimentos disciplinares e melhorar as competências linguísticas dos alunos (Marsh, 1994)..

No contexto da comunicação intercultural, de acordo com Ellison *et al*., (2022), a metodologia CLIL surge como

> *a pedagogical response to communication at a global level and the use of one or more lingua franca to operate in international business, education, and employment. CLIL is a new challenge to the teaching and learning process because it reconfigures the ways in which foreign languages are taught and learnt; it redesigns the profiles and roles of the foreign language teacher and the teacher that uses a foreign language as a medium of instruction by enhancing collaborative practices and team work; it challenges disciplinary boundaries and enhances cross- and interdisciplinary integrated approaches; it defies learning as a top-down transmission of knowledge in favour of the participatory co-construction of meaning by teachers and students; and it further conceptualises the classroom as a learning space for addressing real-life situations* (Ellison *et al.*, 2022).

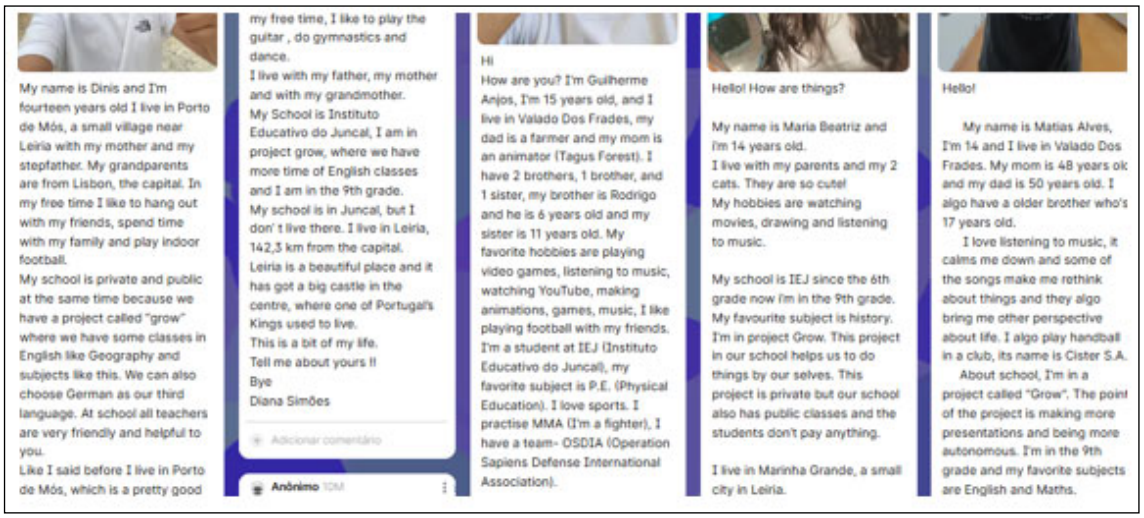
De uma forma generalizada, as atividades CLIL desenvolvem os chamados "4 Cs": conteúdo, comunicação, cognição e cultura (Coyle, 2007). Neste contexto, cultura pode referir-se também a cidadania ou comunidade, competências que são transdisciplinares e atravessam todas as áreas do saber e estão presentes de uma forma muito evidente em todas as fases e objetivos deste projeto.

As atividades desenvolvidas em CLIL no âmbito deste projeto permitiram aos alunos desenvolver um trabalho de pesquisa colaborativo, acedendo a diversas fontes de conhecimento relativamente aos conteúdos curriculares relacionados com a educação ambiental (por exemplo, a política dos 5 R) através da língua estrangeira (inglês). Foi possível desenvolver competências de pensamento crítico interligando conceitos (cognição / conhecimento) e linguagem; e, por fim, sendo capazes de comunicar e partilhar as suas descobertas em língua inglesa, apercebendo-se simultaneamente da existência de perspetivas culturais diferentes no âmbito da reflexão e debate conjuntos, como se mostra nas Figuras 4 e 5.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Apresentação por alunos portugueses da política dos 5R para a sustentabilidade (atividade CLIL) aos colegas de Moçambique.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Apresentação inicial dos alunos portugueses e timorenses num *padlet* conjunto (em inglês).

A partilha de docentes de diferentes áreas curriculares contribuem para a alteração da cultura de escola e melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem, através de uma ligação mais coerente entre educação formal e não formal e entre a escola e a comunidade.

A participação neste tipo de projetos interdisciplinares tem a capacidade de alterar as práticas na escola, pela adoção de novas formas de trabalho colaborativo e métodos pedagógicos inovadores.

Os alunos envolvidos neste projeto puderam conhecer e contactar com outras realidades, desenvolvendo as competências linguísticas e de comunicação intercultural, que impactaram não só a sua aprendizagem e crescimento, como também da restante comunidade educativa.

A comunicação em ciência e o diálogo que pode levar à resolução dos problemas criados pelas alterações climáticas tem ser feito de forma global. Para isso, há que encontrar formas de desenvolver nos jovens competências que lhes permitam comunicar de forma eficaz em diferentes línguas, nomeadamente as línguas francas, contextos e culturas.

Este tipo de projetos e metodologias permitem, na opinião dos autores, uma reflexão profunda acerca da própria cultura e formas de ver o mundo, aumentando a consciência da cidadania global, bem como, a longo prazo, despertando a vontade em continuar a estabelecer esses contactos e interações ao longo da vida.

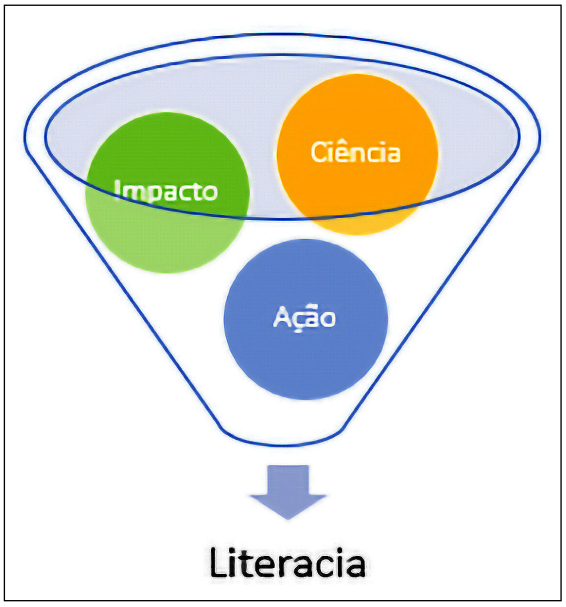
Educação Ambiental - Alterações Climáticas – Educação para o Risco

Perante a emergência climática, é fundamental que todos os setores da sociedade tomem consciência das problemáticas e se comprometam para uma ação coletiva na integração de medidas de mitigação e adaptação, na redução de impactos e na criação de novas medidas tecnológicas. Para tal, as Nações Unidas consideram a área da educação como área prioritária de ação e um dos objetivos do desenvolvimento sustentável refere, especificamente, a educação de qualidade, com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS4), de modo a ser garantido o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. É hoje claramente assumido que a educação é uma das principais estratégias de mitigação. Apesar deste grande consenso institucional sobre o papel da educação no tratamento da crise climática e da crescente preocupação na sociedade, não existe uma estratégia ou um plano claro sobre como implementá-la.

Desde a Lei de Bases do Sistema Educativo que o sistema educativo português tem tido constantes reformas e revisões curriculares. Atualmente, o currículo formal português inclui a temática ambiental em várias áreas disciplinares.

Não obstante, estas temáticas são muitas vezes mobilizadas de forma teórica e segmentada em cada área disciplinar e, por conseguinte, dificilmente contribuem para a literacia científica climática. Esta literacia abarca três pilares fundamentais: ciência, impacto e ação (Figura 6). São pilares que devem ser mobilizados de forma holística, pedagógica e cientificamente correta pela escola. Este é um grande desafio, mas necessário para que estas ações na escola correspondam a uma real mitigação e adaptação às alterações climáticas.

As áreas científicas, como a física e química, são absolutamente decisivas, mas sendo as que promovem a ciência, têm também a responsabilidade e a obrigatoriedade de abrir as portas da ciência a outras áreas do saber, cruzando-se competências e amplificando-se consequentemente os impactos e as ações.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Literacia em três pilares fundamentais.

A escola como instituição formal de instrução e ensino, outras instituições públicas ou privadas e cada indivíduo são chamados a observar e a refletir sobre os problemas locais e globais a fim de os compreender e agir no sentido de inventariar soluções. O Ensino das Ciências pode proporcionar um contributo valioso com vista à resolução dos problemas, envolvendo os alunos, os professores e outros intervenientes do processo educativo dos jovens na procura de soluções. O objetivo primordial do Ensino das Ciências deve ser a compreensão da Ciência, da Tecnologia e do Ambiente, das relações entre umas e outras e das implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os conhecimentos sociais se repercutem nos objetos de estudo da Ciência e da Tecnologia (CTS-A).

Dentro deste contexto, é clara a necessidade de mudar o comportamento do homem em relação à natureza, no sentido de promover, sob um modelo de desenvolvimento sustentável (processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo atender as necessidades das gerações atuais), a compatibilização das práticas económicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes na qualidade de vida de todos.

A Educação Ambiental enfatiza as regularidades e procura manter o respeito pelos diferentes ecossistemas e culturas humanas da Terra. O dever de reconhecer as similaridades globais, enquanto se interagem efetivamente com as especificidades locais, é resumido no seguinte lema "…*pensar globalmente, agir localmente*…" (Talaia; Agostinho, 2007).

Este modelo de desenvolvimento sustentável para uma Educação Ambiental tem em conta que a aprendizagem é mais efetiva se a estratégia/atividade estiver adaptada às situações da vida real do meio em que vivem aluno e professor. Para conseguir desenvolver nos alunos uma maior compreensão para os problemas ambientais, é vital o contacto dos

alunos com esses problemas em termos locais e a importância de agir localmente para o desenvolvimento sustentável global.

Este projeto de investigação-ação, desenvolvido em contexto educativo, tem como objetivo analisar a literacia científica climática em alunos do terceiro ciclo de duas instituições, em Portugal e Moçambique, ambas com o currículo formal português, em duas fases do seu percurso educativo. Entre estas duas fases ocorrerá a aplicação, à amostra dos alunos em estudo, de um processo de ensino e aprendizagem transdisciplinar e transversal de várias temáticas ambientais. A aplicação de questionários nesta amostra nas duas fases descritas (pré-teste e pós-teste), permitiu aferir a eficácia do processo de ensino e aprendizagem efetuado na evolução da literacia científica climática.

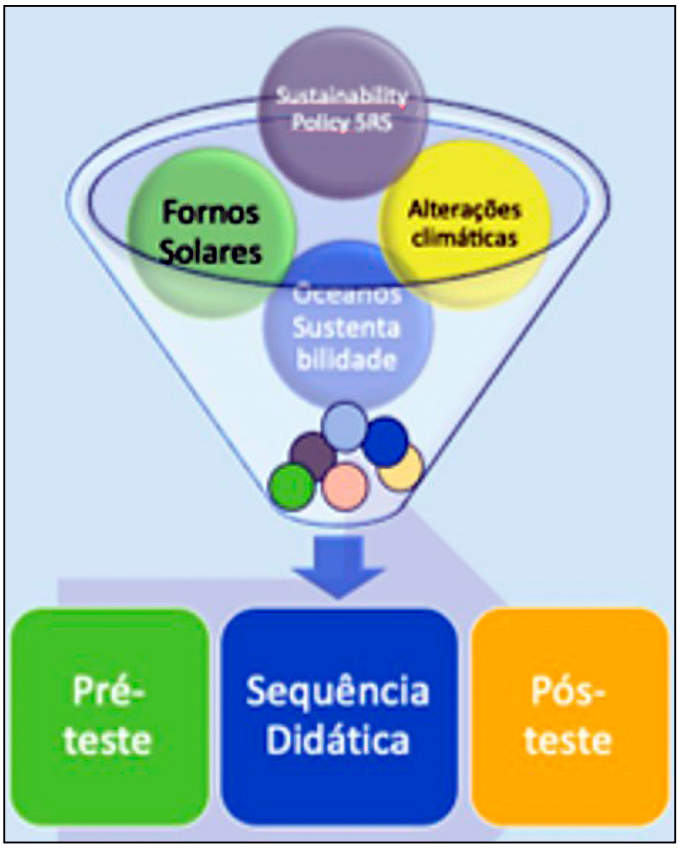
O processo de ensino e aprendizagem proposto é baseado num conceito de um ensino que possibilita uma aprendizagem em diferentes contextos, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS-A), momentos e espaços (digitais, natureza e híbridos), saindo das paredes da escola para o mundo, ao que chamamos de extensão de sala de aula.

As atividades propostas são incluídas numa sequência didática, crítico-reflexiva e transdisciplinar das temáticas das alterações climáticas (Figura 7). O enquadramento conceptual deste processo é baseado nas diretivas formais para a gestão e implementação do currículo: as aprendizagens essenciais, o perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória e o Plano 21|23 Escola+ (Figura 8).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Gestão e implementação do currículo: as aprendizagens essenciais, o perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória e o Plano 21|23 Escola+.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8. Sequência didática, crítico-reflexiva e transdisciplinar das temáticas das alterações climáticas.

Pretende este trabalho mostrar, ainda, como no futuro será analisada a literacia científica climática em alunos com o currículo diferente do currículo formal português, nomeadamente da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) e posteriormente aplicar as metodologias do processo ensino e aprendizagem que desenvolvemos para a literacia científica climática. Países que ainda não desenvolveram um plano sobre educação climática, mas sendo atualmente os mais afetados pela crise climática, pelo que se torna urgente dotá-los de instrumentos de mitigação e adaptação às alterações climáticas.

As sequências didáticas tiveram como objetivo que os alunos tomem consciência da importância de atuar ao nível do sistema Terra, de forma a não provocar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes (Figura 9). Para um desenvolvimento sustentável, a Educação em Ciência deve ter em conta a diversidade de ambientes físicos, biológicos, sociais, económicos e éticos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9. Sequências didáticas - estratégia/atividade adaptada às situações da vida real do meio em que vivem aluno e professor.

No âmbito deste projeto, os alunos vivenciaram experiências de aprendizagem de forma ativa e contextualizada, numa perspetiva global e interdisciplinar, visando o desenvolvimento das seguintes competências:

• Compreensão da importância do conhecimento científico e tecnológico na explicação e resolução de situações que contribuam para a sustentabilidade da vida na Terra;

• Compreensão das consequências que a utilização dos recursos existentes na Terra tem para os indivíduos, a sociedade e o ambiente;

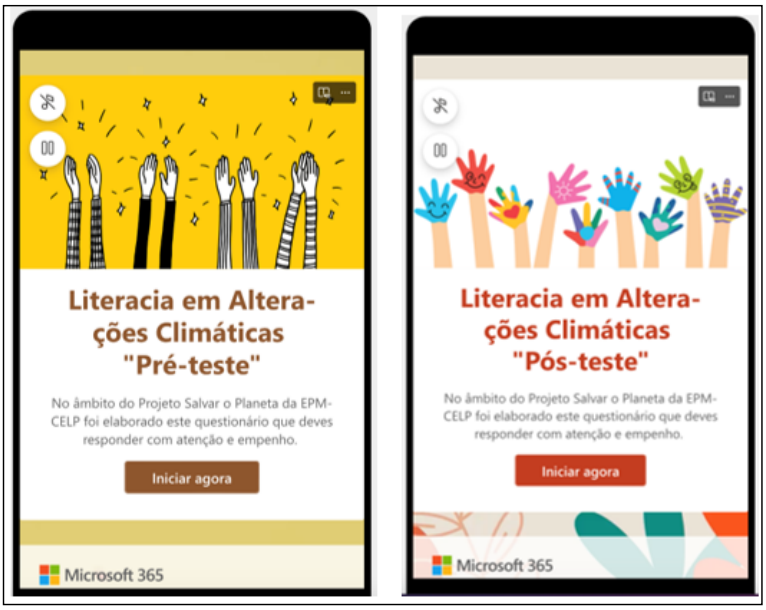
• Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões;

• Reconhecimento de que a intervenção humana na Terra afeta os indivíduos, a sociedade e o ambiente e que coloca questões de natureza social e ética.

Estudo realizado

Foi feita uma análise da literacia científica climática dos alunos de 3.º ciclo, de duas instituições (Instituto Educativo do Juncal e da Escola Portuguesa de Moçambique), com o Currículo Formal Português, em formato síncrono (no mesmo momento do seu percurso educativo) e virtual (utilizando ferramentas digitais), que correspondeu à fase prévia de implementação de uma sequência didática que se pretende desenvolver na Comunidade Virtual Lusófona.

De acordo com a metodologia adotada foi aplicado um questionário, com perguntas fechadas, como mostra a Figura 10, a uma amostra de alunos de duas instituições de ensino, com Currículo Formal Português, através da utilização ferramentas digitais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

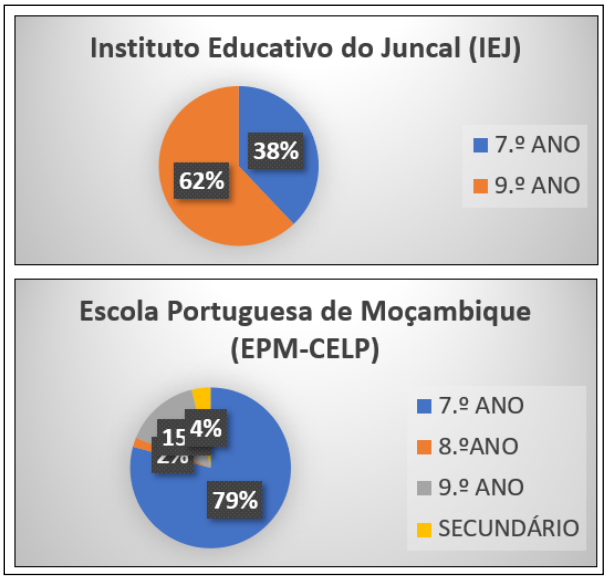
Figura 10. Questionário, com perguntas fechadas.

A Tabela 1 apresenta a amostra de participantes, por escola e por ano escolar e a Figura 11 mostra a percentagem de alunos por escola e por ano escolar.

Tabela 1. Caracterização da amostra utilizada.

INSTITUIÇÃO DE ENSINO	7.º ANO	8.ºANO	9.º ANO	SECUNDÁRIO	TOTAL
Escola Portuguesa de Moçambique (EPM-CELP)	73	1	17	2	93
Instituto Educativo do Juncal (IEJ)	34	0	55	0	89

Fonte: Elaborado pelos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11. Amostra: percentagem de alunos por escola e por ano escolar.

Resultados obtidos

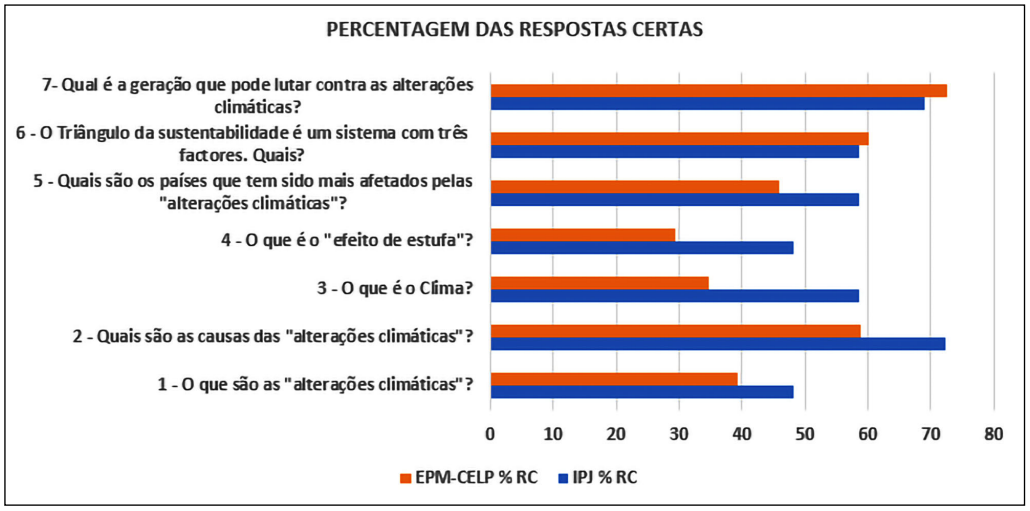
Na Tabela 2 mostram-se os resultados do questionário digital sobre a Literacia Científica Climática realizado com os alunos do 3.º ciclo do ensino básico do Instituto Educativo do Juncal (IEJ) e da Escola Portuguesa de Moçambique (EPM-CELP), com a seguinte legenda: N – número de respostas dadas; N.º RC - número de respostas certas; % RC - percentagem de respostas dadas.

Tabela 2. Resultados obtidos.

QUESTÃO	IPJ			EPM-CELP		
	N.º RC	% RC	N	N.º RC	% RC	N
O que são as "alterações climáticas"?	43	48	89	36	39	93
Quais são as causas das "alterações climáticas"?	64	72	89	55	59	93
O que é o Clima?	52	58	89	33	35	93
O que é o "efeito de estufa"?	43	48	89	23	29	90
Quais são os países que tem sido mais afetados pelas "alterações climáticas"?	52	58	89	41	46	90
O "Triângulo da sustentabilidade" é um sistema com três fatores. Quais?	52	58	89	54	60	90
Qual é a geração que pode lutar contra as alterações climáticas?	61	69	89	68	73	93
MÉDIA DA PERECENTAGEM DE RESPOSTAS CERTAS		58			45	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 12 mostram-se em percentagem das respostas certas no questionário digital sobre a Literacia Científica Climática realizado com os alunos do 3.º ciclo do ensino básico do Instituto Educativo do Juncal (IEJ) e da Escola Portuguesa de Moçambique (EPM-CELP), com a seguinte legenda: % RC - Percentagem de respostas certas



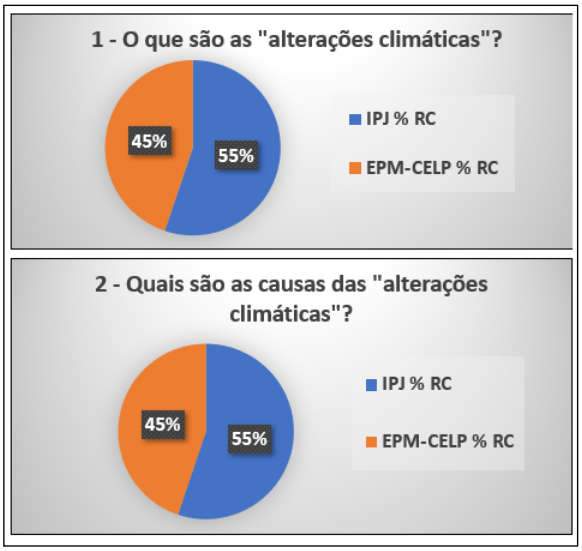
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12. Respostas certas no questionário digital sobre a Literacia Científica Climática realizado com os alunos do 3.º ciclo do ensino básico do Instituto Educativo do Juncal (IEJ) e da Escola Portuguesa de Moçambique (EPM-CELP).

Interpretação dos resultados

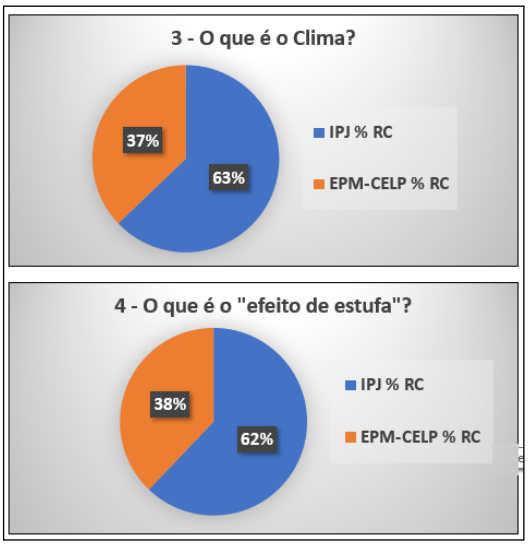
Face às questões "O que são as 'alterações climáticas'?" e "Quais são as causas das 'alterações climáticas'", os resultados mostram, de acordo com a Figura 13, que cerca de metade dos alunos acertaram a estas duas questões, havendo uma diferença de dez pontos percentuais de respostas certas entre as instituições de ensino. Depreende-se que metade dos alunos conseguem definir o que são alterações climáticas e estabelecer as suas causas.

Face às questões "O que é o Clima?" e "O que é o 'efeito de estufa'", os resultados obtidos mostram, de acordo com a Figura 14, que há uma diferença de vinte pontos percentuais de respostas certas entre as instituições de ensino nestas duas questões. Entende-se que os alunos da EPM-CELP tiveram mais dificuldade nestas duas questões relativas ao clima e ao efeito de estufa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

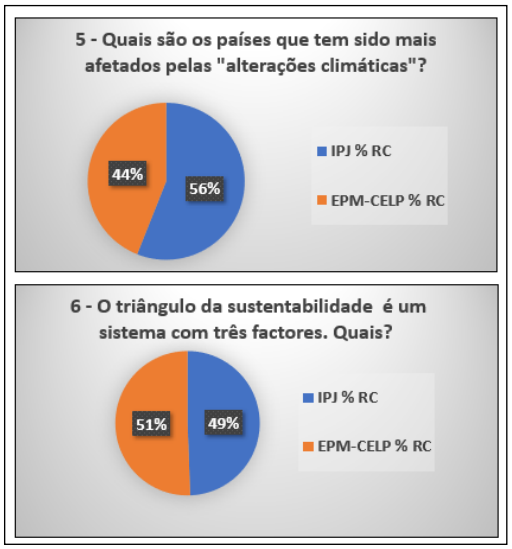
Figura 13. Respostas certas às questões: "O que são as 'alterações climáticas'?" e "Quais são as causas das 'alterações climáticas'".



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14. Respostas certas às questões: "O que é o Clima?" e "O que é o 'efeito de estufa'".

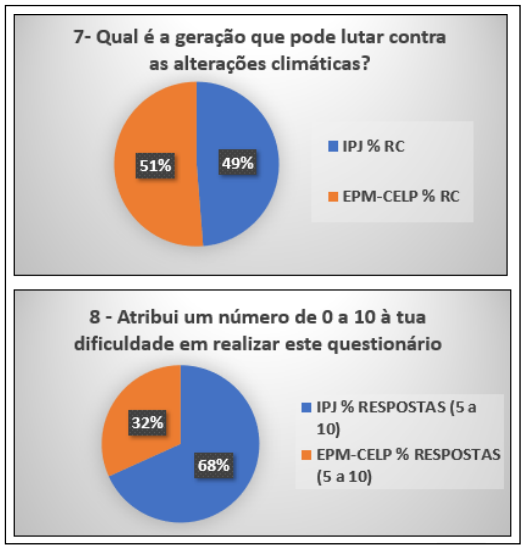
Face às questões "Quais são os países que têm sido mais afetados pelas 'alterações climáticas'?" e "O triângulo da sustentabilidade é um sistema com três fatores. Quais?", os resultados obtidos mostram, de acordo com a Figura 15, que cerca de metade dos alunos acertaram a estas duas questões, havendo uma diferença de doze pontos percentuais de respostas certas entre as instituições de ensino na 5.ª questão e 2 pontos percentuais na 6.ª questão. Depreende-se que aproximadamente metade dos alunos, de ambas as instituições, têm o conhecimento necessário para responderem acertadamente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15. Respostas certas às questões: "Quais são os países que têm sido mais afetados pelas 'alterações climáticas'?" e "O triângulo da sustentabilidade é um sistema com três fatores. Quais?".

Face às questões "Qual é a geração que pode lutar contra as 'alterações climáticas'?" e "Atribui um número de 0 a 10 à tua dificuldade em realizar este questionário?", os resultados obtidos mostram, de acordo com a Figura 16, que cerca de metade dos alunos acertaram à questão 7, havendo uma diferença de dois pontos percentuais entre as instituições de ensino. Depreende-se que cerca de metade dos alunos entendem que é a sua geração que pode agir contra as alterações climáticas. No que se refere à questão 8, registou-se uma diferença de trinta pontos percentuais entre as instituições de ensino. Entende-se que a maioria dos alunos do Instituto Educativo do Juncal teve dificuldades na realização do questionário e que a maioria dos alunos da Escola Portuguesa de Moçambique não teve dificuldades na realização do questionário.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 16. Respostas às questões: "Qual é a geração que pode lutar contra as 'alterações climáticas'?" e "Atribui um número de 0 a 10 à tua dificuldade em realizar este questionário".

Conclusões do estudo

Os resultados obtidos foram animadores e mostraram algumas diferenças culturais entre países e como se pode convergir para o mesmo objetivo a alcançar, *i.e.*, a literacia científica climática no currículo formal.

Verificaram-se pequenas diferenças na percentagem de respostas certas ao questionário aplicado entre os alunos de cada instituição de ensino. Os alunos do Instituto Educativo do Juncal (IEJ) têm 58% de média da percentagem de respostas certas e os alunos da Escola Portuguesa de Moçambique (EPM-CELP) têm 45%. Uma vez que ambas as instituições aplicam o currículo formal Português, consideramos que esta pequena discrepância poderá dever-se às diferenças nas amostras de cada instituição, relativamente ao ano escolar (a amostra de alunos do IEJ tem 62% de alunos no 9.ºano e a amostra de alunos da EPM-CELP tem 67% do 7.º ano).

Assim, considerando a ressalva anterior, poderemos concluir que os alunos revelam similares níveis de literacia científica climática no momento prévio à implementação da

sequência didática que pretendemos desenvolver na comunidade virtual lusófona. Poderemos ainda entender que esta amostra de alunos, através do currículo formal português, possuem conhecimentos teóricos razoáveis das temáticas climáticas. No entanto, parece-nos que a capacidade de implementar estes conhecimentos no seu quotidiano é reduzida devido a algum desconhecimento do impacto global e local das alterações climáticas. O estudo permitiu reconhecer a necessidade de implementar uma ação concertada de identificação do papel individual e coletivo nas alterações climáticas e de mobilização da comunidade local.

No futuro, pretende-se:

• Realizar um questionário prévio (pré-teste), por nível de escolaridade, em diferentes instituições de ensino, com o currículo formal português, focado no diagnóstico em conhecimentos teóricos climáticos e de ação climática dos alunos;

• Realizar um questionário prévio (pré-teste), por nível de escolaridade, em diferentes instituições de ensino, com o currículo formal não português, focado no diagnóstico em conhecimentos teóricos climáticos e de de ação climática dos alunos;

• Alargar a comunidade virtual lusófona com a integração de mais países da lusofonia;

• Elaborar uma sequência didática, com estratégias significativas de implementação da literacia científica climática na escola;

• Implementar a sequência didática nas escolas da comunidade virtual lusófona, durante um ano letivo;

• Repetir os questionários aplicados (pós-teste), no mesmo momento (síncrono) e virtualmente, numa fase posterior à implementação da sequência didática acordada;

• Aferir a eficácia do seu processo de ensino e aprendizagem efetuado com a sequência didática na evolução da literacia científica climática.

Conclusões

A partilha formal e informal em ambientes virtuais é uma das estratégias que mais estimula os alunos, dado o carácter motivador que constitui a possibilidade de "saída" do espaço escolar. A componente lúdica que envolve, bem como a relação professor/alunos que propicia, leva a que estes se empenhem na sua realização.

O intercâmbio virtual constituiu uma situação de aprendizagem que favoreceu a aquisição de conhecimentos, proporcionou o desenvolvimento de técnicas de trabalho, facilitando a sociabilidade e fundamentalmente a compreensão do mundo que nos rodeia. Um dos objetivos das metodologias de ensino aprendizagem é, precisamente, promover a interligação entre teoria e prática, a escola e a realidade. O intercâmbio virtual foi uma prática utilizada como complemento para os conhecimentos previstos nos conteúdos programáticos que assim se tornam mais significativos. Por outro lado, o intercâmbio virtual foi um dos instrumentos privilegiados no desenvolvimento de Domínios de Autonomia Curricular (DAC). Esta dimensão do currículo visa a concretização de saberes através de atividades

e projetos multidisciplinares, interdisciplinares, interciclos, a articulação escola-meio e a formação pessoal e social dos alunos. Organizado neste contexto, o intercâmbio virtual foi, progressivamente, acentuado o seu carácter interdisciplinar e interciclos. Uma mesma realidade foi suscetível de ser abordada em diferentes perspetivas, tornando-se mais fácil para os alunos compreender, no concreto, que os conhecimentos não são compartimentados. O intercâmbio virtual permitiu a sua integração no processo ensino aprendizagem, por essa razão foi utilizado como estratégia de ensino, permitindo aos alunos um contacto prévio e abordar e explorar conteúdos que posteriormente foram conhecidos na realidade.

Referências

COYLE, D. Content and Language Integrated Learning: Towards a Connected Research Agenda for CLIL Pedagogies. **International Journal of Bilingual Education and Bilingualism**, 10(5), 543–562. https://doi.org/10.2167/beb459.0. 2007.

ELLISON, Maria; MORGADO, Margarida; COELHO, Margarida. **Contexts and Conditions for Successful CLIL in Portugal**. U. Porto Press. 2022.

GOMES, Liliana; MEIRELES-COELHO, Carlos. **Cidadania produtiva:** Georg Kerschensteiner e o sistema dual alemão. Instituto Politécnico da Guarda. 2011.

JENKINS, H.. **Convergence Culture:** Where Old and New Media Collide. New York: New York University Press. 336 pp. 2006.

MARSH, D. **Bilingual education & Content and Language Integrated Learning**. International association for cross-cultural communication, Language teaching in the member states of the European Union (Lingua). University of Sorbonne. 1994.

MARINHO, S. P. P. **Educação na era da informação:** os desafios na incorporação do computador na escola. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 361p. 1998.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus. 2000.

MASETTO, M. T. (). **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus. 2003.

OLIVEIRA C. C. de; COSTA J. W. da; MOREIRA M. **Ambientes informatizados de aprendizagem:** produção e avaliação de software educativo. Campinas: Papirus. 2001

PEA, R. D. **Beyond amplification:** Using the computer to reorganize mental functioning. Educational Psychologist. 1985.

TALAIA M.; AGOSTINHO N. Ambientes virtuais no ensino das ciências - uma estação meteorológica clássica virtual. Livro de resumos da 16.ª conferência nacional de Física e 17.º encontro Ibérico para o ensino das ciências. Física 2008. Educação, Edu 31, 91. **Anais**[...]. 2008.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Inclusive education and icts**. Disponível em: <www.portal.unesco.org>. 2003.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Gráfica UNICAMP. 1993.

GEOGRAFIA E GEOTECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: REDUÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES POR MEIO DA PRÁTICA EDUCATIVA

GEOGRAPHY AND GEOTECHNOLOGIES IN BASIC EDUCATION: REDUCTION AND MITIGATION OF DISASTERS THROUGH EDUCATIONAL PRACTICE

GEOGRAFÍA Y GEOTECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA

GÉOGRAPHIE ET GÉOTECHNOLOGIES DANS L'ÉDUCATION DE BASE: RÉDUCTION ET ATTÉNUATION DES CATASTROPHES PAR LA PRATIQUE ÉDUCATIVE

Luis Roberto Rizzi Marraccini[1]

Lourenço Magnoni Junior[2]

1 Professor da Rede Estadual de Ensino de São Paulo. Mestre em Docência para a Educação Básica pela Faculdade de Ciências da UNESP/Bauru - SP e Doutorando em Práticas Sociais e Processos Educativos no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar/São Carlos - SP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3364-0376. E-mails: luis.marraccini@unesp.br – luismarraccini@estudante.ufscar.br.

2 Docente do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza: Escolas Técnicas Estaduais Astor de Mattos Carvalho (Agrícola) de Cabrália Paulista - SP / Rodrigues de Abreu de Bauru – SP / Faculdade de Tecnologia de Lins – SP e do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Campus de Bauru - SP. Membro do Grupo Assessor de Ciência e Tecnologia do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP (www.agbbauru.org.br). Pós-doutoramento pelo Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) - Pós-Doutorado Estratégico – CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). Supervisor: Prof. Dr. José Mauro Palhares. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8275-5922. E-mails: lourenco.junior1964@gmail.com – lourenco.junior@fatec.sp.gov.br.

Introdução

A compreensão dos conceitos relacionados aos desastres naturais, sua redução e mitigação, são fundamentais para a construção de uma sociedade resiliente. Desenvolver tais conceitos no ensino de Geografia, em especial na educação básica, através do uso de geotecnologias e conceitos da cartografia, oferece possibilidades para o desenvolvimento de um pensamento crítico do/a estudante, tornando ampla a carga de conhecimentos que potencializam um importante entendimento acerca de eventos naturais extremos, os quais, provocam os desastres naturais, tornando assim, os/as docentes de Geografia, agentes suleadores/as (Freire, 1979), dos processos de ensino e aprendizagem sobre os fenômenos geradores de desastres.

O presente capítulo é resultado de pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica (PPGDEB) da UNESP/Bauru e visa apresentar possibilidades de introdução e uso de tecnologias de informação geográfica, principalmente geotecnologias na alfabetização cartográfica e geotecnológica de estudantes no ensino médio, com intuito de desenvolver a aprendizagem sobre a redução e mitigação dos desastres.

As práticas educativas relacionadas a eventos climáticos extremos, desenvolvidas no ensino de Geografia, possibilitam a reflexão sobre a temática desastres de maneira crítica, culminando com a criação de sequências didáticas que utilizem geotecnologias em sala de aula. O capítulo visa analisar as perspectivas do uso de geotecnologias como ferramentas didáticas de ensino e aprendizagem dos componentes cartográficos e redução de desastres naturais com os/as alunos/as do Ensino Médio, em uma Escola Estadual, em um município do interior do Estado de São Paulo, nas aulas de Geografia, de forma lúdica, dinâmica, atualizada e criticamente significativa.

Nesse contexto, fez-se necessária a reflexão acerca dos processos didáticos relacionados ao ensino de Geografia e cartografia, mediados pelas geotecnologias para a superação das dificuldades dos/as alunos/as em elaborar e compreender as representações do espaço geográfico e suas particularidades. Diante disso, nos baseamos na seguinte questão de pesquisa: Quais as possibilidades de desenvolvimento e aplicação de sequências didáticas no ensino de Geografia, por meio do uso de geotecnologias como instrumentos didáticos na educação básica, para a redução e mitigação de desastres naturais?

Assim, o objetivo do presente capítulo, é a reflexão sobre a utilização das geotecnologias como ferramentas didáticas em sala de aula nas aulas de Geografia no ensino médio, evidenciando a importância do uso dos referidos recursos tecnológicos para a gestão, a mitigação e a redução do risco de desastres.

Percurso metodológico

A metodologia de caráter investigativo acerca do Ensino da Cartografia e Geotecnologias, reflete a linha teórica adotada pelo presente estudo, constituindo um agrupamento de procedimentos que, unidos, contribuirão para a obtenção dos objetivos desejados já que toda "pesquisa tem uma intencionalidade, que é a de elaborar conhecimentos que possibilitem compreender e transformar a realidade" (Pádua, 1998, p. 30).

A abordagem metodológica principal do presente trabalho é a pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico em decorrência das importantes contribuições e possibilidades de investigação, obtenção e análise de dados fundamentais para a compreensão do problema a ser investigado, que nas palavras de Rodrigues *et al.* (2021), constitui-se em análises, observações, descrições, além da realização de práticas interpretativas que visam conhecer um determinado tipo de fenômeno com o intuito de promover a compreensão de seu significado.

Assim, a pesquisa qualitativa busca contribuir para tal investigação, cuja capacidade de percepção dos diversos fenômenos associados à escola, simboliza todas as peculiaridades do cotidiano escolar. Nesse contexto, "os estudos qualitativos são importantes por proporcionar a real relação entre teoria e prática, oferecendo ferramentas eficazes para interpretação das questões educacionais" (Oliveira, 2010, p. 16).

A pesquisa, conjugada ao desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática, ou seja, "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, e que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos/as professores/as quanto pelos estudantes" (Zabala, 1998, p.18), possibilita uma análise acerca do uso de tecnologias no ensino e na aprendizagem de Cartografia e no uso de geotecnologias, para alunos/as da primeira série do Ensino Médio.

Em relação à concretização da pesquisa, esta, se desenvolveu em uma Escola Estadual de Ensino Médio, localizada em um município do interior do Estado de São Paulo, destacando como sujeitos da pesquisa foram estudantes da 1ª série do Ensino Médio. Posto isso, evidencia-se que, em decorrência da participação dos/as estudantes nas aulas de Geografia, estes se revelam como sujeitos essenciais da pesquisa, cuja colaboração tornou-se imprescindível para que os objetivos propostos fossem alcançados.

O ensino de Geografia e as tecnologias na educação básica

O ensino dos conceitos da Geografia na educação básica, procura contemplar as importantes reformulações do contexto educacional brasileiro que, permeado de avanços e retrocessos, buscou uma espécie de atualização das abordagens teóricas e metodológicas no que diz respeito ao ensino geográfico e suas especificidades. Para Takahashi (2011), o componente primordial para a edificação de uma sociedade fundamentada no conhecimento é a educação escolar. Nesse contexto, é fundamental destacar que a Geografia, na educação

básica, exerce destaque na formação e aprendizagem crítica de alunos e alunas, na medida em promove a compreensão de conceitos significativos para a aprendizagem dos conceitos geográficos, contribuindo na formação de estudantes críticos/as, participativos/as num contexto de expressivas transformações do pensamento socioespacial e vivência plena de cidadania.

Callai (2011) afirma que a Geografia como componente curricular busca de maneira efetiva a construção de ferramentas de compreensão de mundo capazes de tornar pessoas verdadeiros sujeitos participativos e conhecedores das questões sociais.

No contexto educacional, o/a docente de Geografia, consolida-se como um/a fundamental promotor/a do processo de ensino dos conceitos geográficos, apropriando-se da autonomia de adoção de teorias e metodologias inovadoras de ensino em sala de aula que melhor contemplem o processo didático e consequentemente o aprendizado, pois "ensinar e aprender são assim momentos de um processo maior" (Freire, 2020, p. 65b).

Nessa concepção, o aprendizado dos conceitos geográficos torna-se mais dinâmico e atrativo no ponto de vista dos/as estudantes, na medida em que vai ao encontro da realidade socioespacial vivenciada por eles/as. Ao refletir sobre a contribuição da Geografia, seus conceitos e o senso comum, Cavalcanti (2010, p. 3) confirma que:

> Para despertar o interesse cognitivo dos alunos, o professor deve atuar na mediação didática, o que implica investir no processo de reflexão sobre a contribuição da Geografia na vida cotidiana, sem perder de vista sua importância para uma análise crítica da realidade social e natural mais ampla. Nesse sentido, o papel diretivo do professor na condução do ensino está relacionado às suas decisões sobre o que ensinar, o que é prioritário ensinar em Geografia, sobre as bases fundamentais do conhecimento geográfico a ser aprendido pelas crianças e jovens, reconhecendo esses alunos como sujeitos, que têm uma história e uma cognição a serem consideradas.

Assim, o papel do/a docente de Geografia, valida-se das experiências e aprendizados acumulados nas aulas ao longo do tempo, sendo importante incorporá-los à novas metodologias numa perspectiva de promoção de significativos avanços na educação básica, com destaque para as importantes reestruturações curriculares e das novas abordagens metodológicas no ensino da Geografia escolar. Segundo Freire (2020, p. 40a), "na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática".

Entendemos que, no contexto de ensino e aprendizagem em sala de aula, o/a docente deve possuir a autonomia de escolha das concepções práticas em sua mediação, não esquecendo da importância em se planejar os procedimentos didático-metodológicos. Para Libâneo (1994, p. 233), o planejamento das aulas define "os objetivos prioritários tendo em vista sua relevância social, política, profissional e cultural [...] trata-se de explicitar as formas metodológicas para atingir os objetivos".

Ao ressaltar o ensino de Geografia na esfera da educação básica, é fundamental destacar a educação cartográfica como um importante recurso para compreensão do espaço geográfico e suas características. Contudo, é preciso considerar a possibilidade da Geografia mensurar a análise sobre as sociedades e o espaço natural, contextualizando o dinamismo dessa relação, permitindo a substituição de uma formulação fragmentada acerca dos conhecimentos cartográficos em detrimento da inserção de novos conceitos, entre eles o conceito de espaço geográfico nas análises socioespaciais que envolvam principalmente a questão dos desastres.

Ao formalizar o espaço geográfico como sendo o cerne de estudo da Geografia, Santos (1994, p. 23) explica a noção de espaço, como "o conjunto indissociável de sistemas de objetos naturais ou fabricados e de sistemas de ações, deliberadas ou não". Nesse contexto, Cavalcanti (2010, p. 3) alerta para "a contribuição da Geografia na vida cotidiana, sem perder de vista sua importância para uma análise crítica da realidade social e natural mais ampla".

Assim, as aulas de Geografia na educação básica, mediadas pelo uso de tecnologias, em relação ao estudo do espaço geográfico, promovem a aproximação do ensino dos conceitos da Geografia com as geotecnologias e consequentemente contribuindo para o enfoque numa educação escolar para a redução do risco de desastres, considerando que

> a Geografia, como uma ciência abrangente, nos permite entender o processo de organização territorial, social e econômica do espaço, através dos impactos que o processo de Globalização vem provocando, sobre o Meio Ambiente e a Sustentabilidade (Lucci; Vital, 2020, p. 857).

Nesse sentido, a intrínseca relação entre as questões relacionadas aos processos acarretados pelo avanço das atividades antrópicas e suas consequências para o meio ambiente, oportuniza à Geografia e ao ensino de Cartografia desvelar novas possibilidades para uma aprendizagem concreta sobre tais questões, que de acordo com Stangherlin e Magnoni Junior (2020, p. 813), possibilita "ao indivíduo a construção da consciência da importância que o meio ambiente possui para sua sobrevivência, tanto no fornecimento de recursos naturais quanto em seu equilíbrio", cujo processo didático introduz novos sentidos para educação básica, colaborando para o desenvolvimento de novas perspectivas de compreensão acerca da importância do meio ambiente e seu equilíbrio para a manutenção da vida como um todo. Para Castellar (2017, p. 220):

> estruturar o currículo da Geografia escolar, tendo o pensamento espacial e a representação como um eixo, pode contribuir para um ensino investigativo, uma vez que os alunos terão possibilidade de compreender o lugar onde vivem em várias dimensões, como também entender e reconhecer a localização dos diferentes lugares, observar e descrever paisagens para analisá-las e elaborar problemas espaciais em um mundo de múltiplas escalas e esferas espaciais, desenvolvendo análises geoespaciais.

Desse modo, a inserção de novas propostas pedagógicas no contexto do ensino de Geografia, bem como a promoção e uso de geotecnologias em sala de aula, torna-se evidente a possibilidade de formação de um/a aluno/a ético/a, crítico/a, e solidário/a no contexto social e principalmente em relação às questões ambientais. Silva e Muniz (2012, p. 65) explicam que:

> trabalhar os meios didáticos na perspectiva de estabelecer um diálogo na relação educador/educando, dando novos rumos ao ensino-aprendizagem da Geografia, porém é necessário compreender que o objetivo ao se utilizar um recurso didático não é somente o novo, mas buscar metodologias que permitam uma abordagem mais lúdica referente ao conteúdo da disciplina.

Nesse contexto, é fundamental ressaltar que o/a estudante apoiado/a por meio de uma formação escolar transformadora e ética, possui condições para questionar de maneira crítica o atual modelo desenvolvimentista, o qual provoca de maneira avassaladora, grandes impactos ambientais, tais como a devastação de biomas, processos de desertificação dos solos, desmatamento, queimadas, secas severas, ocupação desordenada de áreas de risco, enchentes e principalmente mudanças climáticas drásticas, que de maneira impactante ameaça a existência de todos os seres vivos na Terra. A esse respeito, Machado e Afonso (2019, p. 1614) explicam que:

> A Geografia é a ciência que estuda a dimensão espacial de fenômenos sociais, físico-naturais e das interações entre os mesmos. A prevenção dos desastres naturais deve ser de interesse da Geografia, dos professores de Geografia e do ensino de Geografia, mais especificamente do ensino de Geografia Física na Educação Básica.

Assim, evidencia-se a importância do ensino e aprendizagem dos conceitos da Geografia na educação básica, em especial na compreensão das relações sociais com o espaço geográfico. Nessa visão, busca-se a concepção de uma educação geográfica para a vida, sem dificuldades, e que possibilite o acesso aos recursos naturais básicos indispensáveis à sobrevivência humana, interligada a uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. Pelo exposto, Straforini (2018, p. 180) explica que:

> o conhecimento geográfico e o pensamento espacial vêm assumindo centralidade nas pesquisas, nas defesas em torno dessa disciplina escolar e também na sua presença enquanto superfície textual em alguns currículos, a exemplo da própria Base Nacional Comum Curricular, que também opera com esse conceito ao apresentar um quadro dos princípios do raciocínio geográfico.

Superar as dificuldades enfrentadas pela Geografia escolar torna-se primordial para o avanço dos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula, através de metodologias inovadoras, aulas dinâmicas e atrativas contextualizadas ao uso de tecnologias em que os/as docentes de Geografia passem a trilhar um caminho favorável para a superação das dificuldades e para que a Geografia escolar contribua de maneira efetiva para a formação de estudantes com uma visão de mundo mais crítica e transformadora. Para Carneiro (1993, p. 122):

> O potencial de contribuição da geografia à educação escolar decorre da sua natureza como ciência que trata dos elementos naturais e humanos em sua configuração espacial, em vista de uma explicitação relacional-interativista na construção do mundo pelo homem. Assim a geografia busca apreender os eventos humanos em sua dinâmica de espacialidade: onde ocorrem, como ocorrem e por que ocorrem na concretude de lugar e mundo.

Em consonância com esses debates, evidencia-se a formação de um/a aluno/a com visão de mundo crítica, inserido/a em um importante contexto permeado de transformações socioespaciais. Sendo assim, (Azambuja, 2019, p. 125) demonstra que "não é suficiente a inclusão de recursos e de atividades didáticas diferenciadas. É preciso ir além e promover mudanças de conteúdo-forma na Geografia Escolar".

Dessa forma, aponta-se a importância da Geografia escolar como um fundamental campo de saber permeado de complexidades e dinamismos, cuja perspectiva curricular mediada de maneira dialógica pelo/a docente torna-se uma ferramenta indispensável aos processos de aprendizagem escolar.

Sobre a notoriedade do ensino de Geografia para o contexto da educação básica, Neto e Barbosa (2010, p. 176), afirmam ser necessária a:

> construção de uma Geografia viva, na qual as práticas sociais sejam construídas e transformadas, em que tenha a capacidade de problematizar as relações que envolvam natureza e sociedade, construindo um saber geográfico no qual tenha-se a junção dos conhecimentos adquiridos tanto em sala de aula como no campo.

É necessário destacar que a Geografia possui em seu currículo uma vasta gama de conceitos que, se desenvolvidos de forma compromissada pelos/as docentes em sala de aula, contribuem de maneira significativa para a construção do conhecimento geográfico do/a estudante, caracterizando um movimento de assimilação crítica do espaço e sociedade. Assim, as questões que envolvem as práticas pedagógicas nas escolas, possibilitam que docentes se tornem os/as principais intermediadores/as responsáveis pelo desenvolvimento e contextualização dessas atividades de maneira participativa (sendo, portanto, a base da construção dos conhecimentos).

O *Google Earth Pro* como ferramenta didática e tecnológica nas aulas de geografia para a conscientização e redução do risco de desastres

Nos últimos anos, novas práticas pedagógicas foram sendo difundidas na educação básica, exigindo cada vez mais a formação contínua do/a docente, principalmente em relação ao uso de tecnologias em sala de aula. Assim, novas metodologias didáticas como o uso de tecnologias digitais, gamificação e ensino híbrido foram sendo contextualizadas à atuação docente com os avanços tecnológicos, onde, a sala de aula passa a compreender um ambiente de formação contínua através de recursos educacionais inovadores, os quais estão cada vez mais à disposição de alunos e alunas, possibilitando a inclusão digital de maneira a auxiliar o/a docente na promoção de um ensino de qualidade. Evangelista *et al.* (2017, p. 159) atentam para:

> A possibilidade oferecida pelo Google Earth para realizar estudos comparativos entre diferentes regiões e cidades propicia ao aluno uma riqueza de detalhes que antes, por meio de livros e atlas, seria impossível, tamanha a interatividade.

Nesse sentido, no contexto das aulas de Geografia, o software *Google Earth Pro* destaca-se como um importante instrumento no ensino cartográfico para a compreensão do espaço geográfico, potencializando a aprendizagem e a compreensão das questões relacionadas aos desastres na medida em que permite ao aluno/a realizar importantes análises acerca das causas e consequências dos desastres, determinando ações de conscientização para a redução do meio ambiente e mitigação dos desastres.

As geotecnologias, um conjunto de ferramentas de análise espacial que possibilita ao docente de Geografia, desempenham um importante papel no ensino de Geografia, ou seja, através do uso de softwares e programas específicos permitem que alunos/as desenvolvam a capacidade de analisar e interpretar informações sobre o espaço geográfico, identificando as questões que permeiam a ocorrência de desastres e suas características, de forma que o:

> *Google Earth* se apresenta como uma alternativa para amenizar a defasagem sobre o uso da Cartografia [...] com a finalidade de desenvolver no aluno uma percepção ampla e crítica da leitura de mapas e no processo de ensino (Neu, 2014, p. 6).

Dessa maneira, a inserção e utilização de novas tecnologias de análise geoespaciais no contexto de ensino pelos/as docentes de Geografia em sala de aula permitem ao aluno/a extrair e processar diversos elementos do conhecimento geográfico sob uma concepção espacial.

Entretanto, muitos/as docentes da Educação Básica ainda encontram grandes desafios na questão da utilização de tecnologias, principalmente em relação ao acesso de programas e softwares apropriados ao ensino tecnológico, à primeira vista simples de serem operados pelos/as docentes da Educação Básica.

O *Google Earth Pro* e sua versão mais avançada, o Google Earth Pro, disponibiliza "recursos para mapeamento, importação e exportação de dados de SIG e visualização detalhada em 3D de praticamente toda a superfície emersa do planeta através de imagens de satélite e fotos aéreas históricas de alta resolução" (Silva; Guimarães, 2020, p. 8).

Portanto, a inserção e utilização direcionada do software *Google Earth Pro* como ferramenta didática associada às aulas de Geografia com vistas à redução do risco de desastres, possibilita de forma objetiva contemplar os principais conceitos programáticos desse componente curricular com o cotidiano do/a aluno/a, contextualizando o uso do conhecimento do espaço geográfico e seus fundamentos na concretização de um ensino significativo e contextualizado. Para Evangelista (2017), o uso do *Google Earth Pro* na educação:

> possibilitou a visualização geográfica e cartográfica por parte dos alunos e vem se tornando, dessa forma, um eficaz recurso didático para o processo de ensino e aprendizagem da Geografia, pois a visualização/interação de imagens de satélite podem ser constituídas por um conjunto de informações dos limites físicos, políticos, e ambientais através de dados vetoriais, compondo perímetros de malhas urbanas de cidades, pontos e linhas, bem como uso de símbolos cartográficos (Evangelista *et al.,* 2017, p. 164).

A integração do *Google Earth Pro* aos processos didáticos de ensino de Geografia oportuniza ao/à estudante a busca de informações geoespaciais, através de um banco de dados composto por imagens de satélites do mundo todo, principalmente imagens atualizadas.

De modo geral, as imagens apresentam-se em alta resolução, de maneira bidimensional e tridimensional, permitindo a obtenção e construção de mapas com configurações espaciais com variadas possibilidades de criação de vídeos, de medição de áreas etc., cuja qualidade visual possibilita uma melhor compreensão do que se pretende analisar sobre os desastres, como áreas de risco, áreas atingidas por deslizamentos, ocupações urbanas em áreas de risco, entre outros. Nesse contexto, Moreira (2019, p. 19) explica que:

> a utilização do programa Google Earth como ferramenta de aprendizagem nas aulas de Geografia pode oferecer subsídios para uma análise mais profunda do local estudado e das dinâmicas naturais, sociais, econômicas e ambientais de acordo com seu tempo histórico.

Em decorrência da dimensão acerca da utilização de recursos tecnológicos virtuais no contexto escolar, torna-se promissor pensar na construção de práticas pedagógicas educativas através desses sites, softwares e suas ferramentas, como mediação de análises do espaço geográfico e as questões que envolvem os desastres, possibilitando um aprendizado mais significativo na sala de aula. "o *Google Earth Pro* se destaca no sentido

de ser uma ferramenta moderna e gratuita disponibilizada em diferentes plataformas, que podem tornar a atividade ainda mais interessante, e de fácil assimilação por parte dos alunos" (Silva; Gumarães, 2020, p. 11).

Destaca-se nesse sentido a importância do *Google Earth Pro* como uma ferramenta com inúmeras possibilidades ao ensino de Geografia na Educação Básica, considerando que os(as) alunos(as) do ensino Médio possuem habilidades cognitivas em relação à assimilação do espaço geográfico. Nesse sentido, Barbosa e Nunes (2018, p. 141) defendem que uso do *Google Earth Pro* na escola:

> possibilita a representação em três perspectivas distintas: satélite, mapa e terreno. Sendo respectivamente integrado em três funcionalidades, o *Google Earth*, o *Google Maps* (extensão web) e o *Google Street View*. Em cada um destes modos estão carregados de elementos que caberá ao professor definir o que mais se adequa aos seus objetivos de ensino, incidindo numa importante variável que é a escala.

O *Google Earth Pro* através de suas ferramentas apresenta condições para a captação de informações de localidades conhecidas e próximas e até mesmo de lugares distantes incomuns para eles/as, além de possibilidades do desenvolvimento de importantes habilidades geoespaciais de reconhecimento, regionalização e até mesmo fundamentos sobre escala de uma imagem ou recorte cartográfico sobre desastres. Segundo Evangelista *et al.* (2017, p. 164), "a utilização do *Google Earth* no ensino de Geografia capacita o aluno na compreensão do espaço geográfico, já que insere aspectos inovadores e motivadores no processo de ensino e aprendizagem".

Nesse contexto, realizou-se o desenvolvimento das atividades com os/as alunos/as de maneira on-line, através da utilização do *Google Earth Pro*, onde tiveram a oportunidade de compreender a utilização de suas ferramentas através de atividades cartográficas de localização e identificação dos recortes espaciais.

Partindo de uma proposta inicial, dos/as alunos/as solicitou-se que localizassem o território brasileiro e na sequência uma localidade de sua escolha ou vivência, para que pudessem desenvolver as percepções acerca das mudanças da escala cartográfica, além de observar os elementos contidos na paisagem geográfica, como áreas urbanas, áreas rurais, ocupação do solo etc.

Os/As alunos/as foram orientados a utilizar a "aba pesquisa" para realizar a busca pela localidade a ser observada, no sentido de que é a partir deste instrumento que se possibilita localizar com mais precisão as regiões foco das análises, de maneira mais objetiva de modo a promover a ampliação do olhar do/a aluno/a sobre as características do espaço geográfico em questão.

Percebe-se através de tal análise que os/as alunos/as do Ensino Médio desenvolvem uma percepção mais concreta da realidade do espaço vivido e suas especificidades, sendo possível

nesse sentido a compreensão mais efetiva acerca do espaço, possibilitando a visualização e reconhecimento dos lugares sem que sequer tenham os visitado de maneira presencial.

Para Almeida e Passini (2008), esses aspectos estão relacionados ao espaço concebido, cujas características estão ligadas ao desenvolvimento de importantes habilidades de compreensão de escalas, medidas, orientação e localização espacial.

Portanto, a inserção de novas tecnologias, entre elas o *Google Earth Pro*, como ferramentas de ensino cartográfico nas aulas de Geografia nas escolas de Educação Básica fornece inúmeras possibilidades de avanços na aprendizagem, tornando-as significativas tanto para docentes quanto para alunos e alunas, pois, com a utilização desse Software, torna-se concreta a possibilidade de proporcionar a estes o conhecimento do espaço geográfico e suas características socioambientais, configurando-se, nesse sentido, em uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de conceitos e noções sobre os desastres e sua redução através da educação ambiental. Nesse contexto, Sousa e Di Maio (2014, p. 4) explicam que:

> A Educação Ambiental não deve ser trabalhada somente com mapas prontos e acabados presentes nos livros didáticos de Geografia; neste sentido, as geotecnologias contribuem para realização de um processo de ensino e aprendizagem inovador.

Sendo assim, na sequência didática de maneira geral, foram utilizadas imagens de satélite do *software Google Earth Pro* no sentido de potencializar o olhar do/a aluno/a em relação ao espaço geográfico, oportunizando a reflexão sobre ele, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à capacidade de leitura e interpretação espaciais da realidade através dos conceitos geográficos desenvolvidos sobre os desastres.

Utilizando o *Google Earth Pro* pudemos apresentar aos/às alunos/as várias imagens de satélite de áreas atingidas por desastres no Brasil, em momentos (anos) diferentes, utilizando o recurso de imagens históricas disponíveis na interface do programa, possibilitando a observação e comparação de como esses desastres impactaram o espaço geográfico humano e natural das regiões atingidas.

A princípio, possibilitou-se através desta atividade estimular o pensamento espacial dos/as alunos/as de maneira que pudessem contemplar as informações geográficas contidas na área foco do estudo, no sentido de estimular o reconhecimento dos fenômenos espaciais e suas distribuições, estabelecendo importantes associações existentes entre esses fenômenos e suas implicações no espaço geográfico. Castellar (2020, p. 308) ressalta que o pensamento espacial:

> contribui para desenvolver/estimular o pensamento espacial e conformá-lo à ótica geográfica, pois os campos de conhecimento (representações espaciais, conceitos de relações espaciais e processos cognitivos), quando associados às categorias e aos princípios geográficos, fazem-nos olhar para processos, fenômenos e eventos no espaço, e não para o espaço em si.

Durante a aula foi possível desenvolver através do uso e leitura das imagens de satélite a compreensão de importantes conceitos e habilidades espaciais de localização e reconhecimento, além da distribuição dos atributos geográficos presentes no lugar de análise, bem como sua situação geográfica. Na sequência seguem imagens de satélite (Figuras 1 e 2) empregadas nas aulas para demonstrar o deslizamento da barragem de rejeitos localizada no distrito do Córrego do Feijão, na cidade de Brumadinho em Minas Gerais.



Fonte: Google Earth Pro (2021). Adaptado pelo autor.

Figura 1. Barragem no Distrito de Córrego do Feijão, Brumadinho - MG, antes do rompimento.



Fonte: Google Earth Pro (2021). Adaptado pelo autor.

Figura 2. Barragem no Distrito de Córrego do Feijão, Brumadinho - MG, após o rompimento.

A leitura e interpretação dessas imagens foram realizadas através do emprego de alguns procedimentos de fotointerpretação, utilizadas no sensoriamento remoto, para que os/as alunos/as conseguissem compreender de maneira crítica os fenômenos que estavam sendo retratados na imagem de maneira a conhecer e identificar aspectos como variação de cores, formas e padrões de ocorrência.

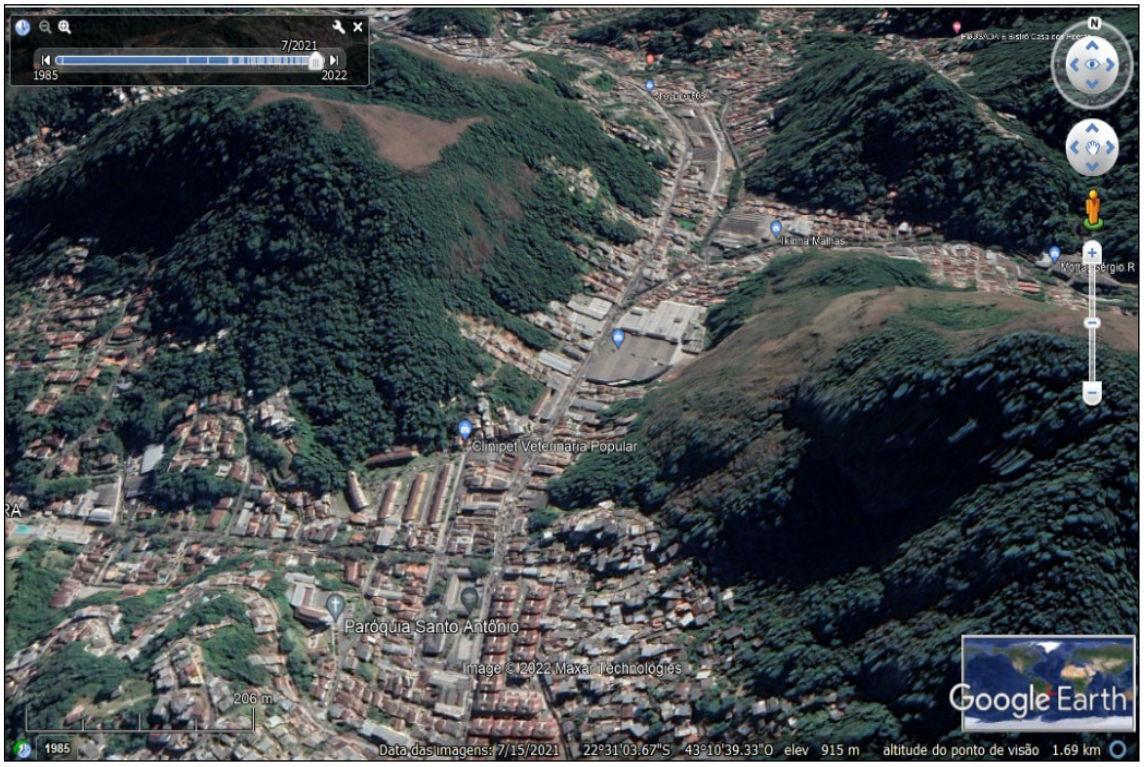
Sendo assim, ao serem indagados/as sobre o que observavam nas imagens de satélite, o que os/as alunos/as relatavam estava inteiramente relacionado a esses aspectos, à sobreposição e alternâncias entre as tonalidades de verde e marrom. Eles/as puderam observar melhor o significado real das cores através da ferramenta Zoom, possibilitando assim a realização de conexões com a realidade, no sentido de compreender que as áreas em verde correspondem a áreas naturais com vegetação e as áreas em marrom relacionavam-se com espaços de alteração antrópica no caso específico as áreas de barragens.

No momento em que foram questionados sobre as áreas em marrom em ambas as imagens, todos/as imediatamente responderam que seria a área de rompimento da barragem e, consequentemente, os impactos ambientais e humanos causados pelo desastre de origem antrópica entre eles e a degradação de importantes áreas de preservação ambiental, destruição de vilas, mortandade de animais (principalmente peixes) pela contaminação de mananciais, além de prejudicar seriamente o abastecimento de água em diversas cidades, inviabilizando ainda as atividades turísticas na região.

Nessa perspectiva, o uso de imagens de satélite apresenta grandes potencialidades no auxílio aos/às docentes, pois possibilita a aproximação da realidade espacial para o contexto da sala de aula, nesse caso o desastre antrópico de Brumadinho – MG (Figura 2).

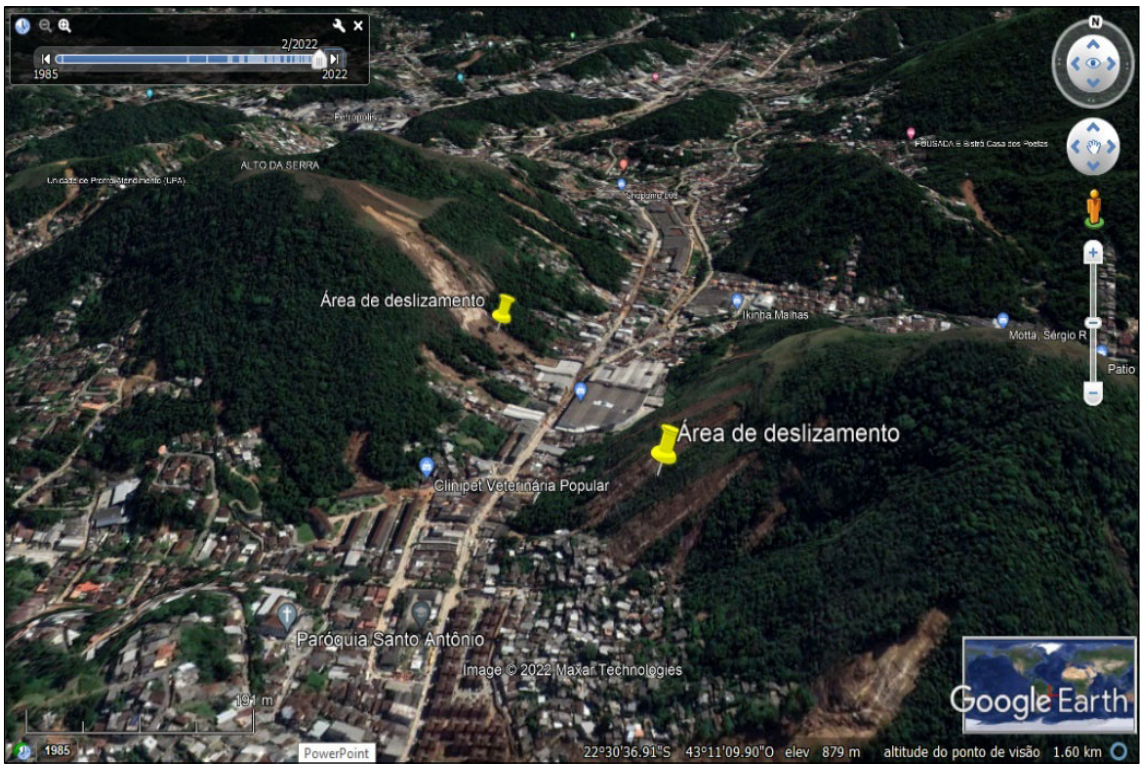
O desenvolvimento da aula possibilitou identificar com os/as alunos/as a região de ocorrência do desastre de Brumadinho. Vale ressaltar que não foram apontados dados quantitativos a respeito do desastre e nem sobre o número de mortes. Optou-se por direcionar para a realização da atividade para a análise das questões humanas e naturais e sua influência para a ocorrência do desastre, através de uma abordagem crítica de reconhecimento das diferentes paisagens do espaço geográfico da região de Brumadinho, em Minas Gerais.

Sendo assim, entende-se que o *Google Earth* utilizado nas aulas de Geografia contribui diretamente para o entendimento dos lugares de vivência dos/as alunos/as e principalmente de localidades ainda desconhecidas por eles/as, auxiliando de maneira efetiva no desenvolvimento das habilidades espaciais relacionadas à localização, distância e áreas de maneira bidimensional e tridimensional, numa escala de tempo, como mostram as Figuras 3 e 4.



Fonte: Google Earth Pro (2022). Adaptado pelo autor.

Figura 3. Imagem do Bairro Alto da Serra, Petrópolis RJ, julho/2021.



Fonte: Google Earth Pro (2022). Adaptado pelo autor.

Figura 4. Imagem do Bairro Alto da Serra, Petrópolis RJ, fevereiro/2022.

Na Figura 3, de julho de 2021, é possível observar as áreas sujeitas a deslizamentos de encosta, já na Figura 4 (fevereiro de 2022) é possível observar as áreas com ocorrência de deslizamentos identificadas pelos marcadores.

O ensino dos conceitos cartográficos através de uma sequência didática com foco em geotecnologias nas aulas de Geografia

Nesse contexto, apresentamos os resultados da aplicação da sequência didática aplicada para 14 alunos e alunas da Primeira Série do Ensino Médio da Escola Estadual foco da pesquisa. O desenvolvimento da sequência foi realizado durante as aulas síncronas de Geografia, fundamentando a pesquisa qualitativa através dos resultados obtidos.

Na Escola Estadual, foco do desenvolvimento do projeto, localizada em um Município do interior do Estado de São Paulo, foi realizado o contato com a equipe gestora, com docentes e com os alunos e alunas das turmas nas quais as sequências didáticas seriam realizadas.

A princípio, apresentou-se os objetivos da pesquisa, oportunizando um importante debate acerca das possibilidades do desenvolvimento dos conceitos e temáticas referentes ao ensino de Geografia através da utilização de Geotecnologias, em especial o Google Earth Pro como recurso didático para a redução do risco de desastres, sempre tomando como base a BNCC e o Currículo Paulista etapa Ensino Médio. Após uma criteriosa

análise, observou-se que os conteúdos e conceitos referentes ao tema aparecem no início do ano letivo, como consta no caderno do aluno volume 1, Currículo em Ação.

Cabe salientar, que o restrito número de aulas de Geografia, bem como o curto tempo das aulas, culminou em entraves para o desenvolvimento de todas as atividades propostas, sendo necessária uma abordagem mais direta dos conceitos relacionados à temática das geotecnologias e dos desastres. Nesse contexto, tornou-se fundamental o direcionamento e contextualização desses conteúdos ao território brasileiro como um todo para melhor entendimento dos conceitos, exemplificando-os de acordo com as características geoespaciais de cada localidade.

Ressalta-se, que o desenvolvimento desta pesquisa, foi debatido e delineado em consonância com a equipe gestora da escola, docentes, alunos e alunas. Convencionou-se que a pesquisa ocorreria em dois momentos distintos, partindo das concepções acerca dos temas relacionados aos desastres e ao uso das geotecnologias a serem trabalhados na Primeira Série do Ensino Médio, determinando que a coleta das informações e dados para a pesquisa seria elaborada em ocasiões distintas.

Assim, optou-se pelo desenvolvimento e execução da sequência didática, tendo como base os conceitos desenvolvidos nas aulas de Geografia, associados ao emprego do *Google Earth Pro* como ferramenta didática sendo esse momento, subdividido em aulas expositivas e dialogadas em sala de aula e no laboratório de informática para a utilização da ferramenta.

Observando o plano de aula de Geografia, definiu-se o número de aulas que seriam utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, sendo assim, um total de 8 aulas, nas quais trabalhou-se os conceitos geográficos, desastres e geotecnologias. Como a escola é de ensino regular, as aulas ocorreram no período da manhã, definindo-se as turmas A e B da primeira série do Ensino Médio por serem mais participativas nas aulas remotas.

Nas 4 primeiras aulas buscou-se desenvolver a contextualização dos conteúdos e conceitos da Geografia, entre eles a Cartografia, o espaço geográfico e os desastres. Na sequência (4 últimas aulas), pretendeu-se desenvolver a compreensão sobre as geotecnologias, bem como a apresentação do software *Google Earth Pro* como uma ferramenta geotecnológica em potencial para o ensino de Geografia no Ensino Médio no contexto da redução do risco de desastres, possibilitando, assim, a realização de atividades relacionadas à localização, análise e identificação da Escola e, posteriormente, de locais ou regiões suscetíveis a ocorrência de desastres.

A ideia consiste na localização do território brasileiro pelos/as alunos/as, em seguida seu local de moradia (neste caso, o Município de São Pedro – SP), com o intuito de promover a percepção acerca das mudanças de escala, distinguindo a maior quantidade de elementos observáveis no espaço geográfico, tais como espaços urbanos, espaços rurais, ruas, avenidas, estradas de terra, seu lugar de moradia e principalmente áreas com risco e/ou atingidas por desastres através do *Google Earth Pro*.

No decorrer das aulas, com o intuito de proporcionar maior participação dos/as alunos/as, nos momentos de exposição dos conceitos, foram realizados variados debates envolvendo

temáticas relacionadas aos desastres e uso de tecnologias, consistindo desse modo, em uma metodologia fundamental para o processo de aprendizagem, pois, através das trocas de informações, opiniões, pode se compreender o nível de conhecimento e entendimento dos/as alunos/as, construindo, dessa maneira, uma importante ligação das vivências cotidianas dos/as mesmos/as com os conceitos desenvolvidos em aula, concebendo novas e reais perspectivas para o ensino de Geografia.

Quando um recurso tecnológico é utilizado em sala de aula, ele proporciona de maneira direta, uma prática didática mais dinâmica e atrativa. Todavia, as abordagens dos conteúdos e os procedimentos metodológicos por parte do/a docente também devem ser levadas em consideração, pois influencia diretamente na utilização de tais ferramentas tecnológicas, muitas vezes não garantindo o progresso esperado, pois a sua utilização geralmente está vinculada ao planejamento e execução da aula. Nesse sentido, é fundamental que os/as docentes concebam condições em sala de aula, para que alunos e alunas participem de maneira mais ativa e intensa, tornando-se protagonistas no aprendizado. Assim, entre outras questões, destaca-se que:

> A abertura para o mundo digital, no uso cada vez mais frequente de tecnologias, especialmente no cotidiano mediado pela interação entre pessoas e entre pessoas e objetos, além da internet das coisas, requer o uso com critérios deste ferramental. No campo das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, além da aprendizagem que orienta para o uso ético das tecnologias, para uma interação consciente, proveitosa para todos e sustentável, deve-se considerar, ainda, que as inovações tecnológicas não precisam ser impostas de forma a marginalizar as práticas tradicionais; ao contrário, elas devem auxiliar na preservação das culturas, tendo condições, inclusive, de ampliar a divulgação e sua ressignificação em meio digital (São Paulo, 2020, p. 173).

Um importante saber a ser desenvolvido nas aulas de Geografia é a observação e compreensão da paisagem, pois partindo de uma análise crítica do espaço geográfico, alunos e alunas constroem a possibilidade de descrição dos fenômenos estudados, refletindo acerca das possibilidades e consequências das interferências e alterações espaciais em suma, provocadas pela ação antrópica, promovendo reflexões acerca do objeto analisado.

Buscou-se, através da proposta pedagógica em questão, levar em consideração o processo de ensino alicerçado em atividades que proporcionem a fundamentação de conhecimentos através da interatividade entre alunos/as e os conceitos da Geografia (o espaço geográfico, as geotecnologias, à cartografia e os desastres), construindo o saber de maneira participativa, de modo a promover a compreensão crítica da realidade.

Após a realização da análise dos objetos de conhecimento em destaque na tabela, tendo como base as possibilidades de aprendizagem em Geografia, organizou-se os

conteúdos a serem desenvolvidos em sala de aula com a finalidade de atingir ao máximo tais expectativas de aprendizagem pelos/as alunos/as.

Esta sequência didática, possui o objetivo de promover o auxílio e a organização do trabalho a ser desenvolvido em sala de aula pelo/a docente, pois, o contexto didático e pedagógico a ser contemplado durante a aula, deve proceder-se de maneira gradativa, partindo do nível de conhecimento dos/as alunos/as, para que possam alcançar um maior e desejável nível de conhecimento. Esta prática é comum no contexto pedagógico, sendo utilizada por muitos/as docentes, principalmente na educação básica. É o que Pedro (2011, p. 42-43) elucida:

> A aplicação de uma sequência didática permite ao professor a elaboração de aulas que abordem conteúdos contextualizados de acordo com o público-alvo de forma precisa [...] que envolvem atividades práticas, instrumentos lúdico-pedagógicos e exercícios múltiplos e variados, a fim de proporcionar aos alunos as noções, as técnicas e os instrumentos que desenvolvam suas capacidades de expressão oral, de escrita, de debate em diversas situações de comunicação.

Nesse sentido, no decorrer do desenvolvimento das aulas propostas na sequência didática, procurou-se contemplar a elaboração destas com a utilização de uma variada gama de imagens de satélite e mapas, com a finalidade de possibilitar uma ampliação do olhar do/a aluno/a em relação ao espaço geográfico e suas características, oportunizando a compreensão espacial da realidade através de conceitos geográficos desenvolvidos em sala de aula para o ensino e assimilação acerca das questões que envolvem os desastres.

Nessa perspectiva, nota-se que o uso de imagens, principalmente de satélite, possibilita um melhor entendimento por parte dos/as alunos/as dos fenômenos geográficos, pois auxiliam de maneira direta o/a docente, através de suas práticas didáticas, aproximar a realidade cotidiana para a sala de aula.

As primeiras aulas da sequência didática, desenvolvidas remotamente de maneira síncrona, constituíram-se acerca do ensino dos conceitos da Geografia, entre eles: a cartografia, espaço geográfico e desastres.

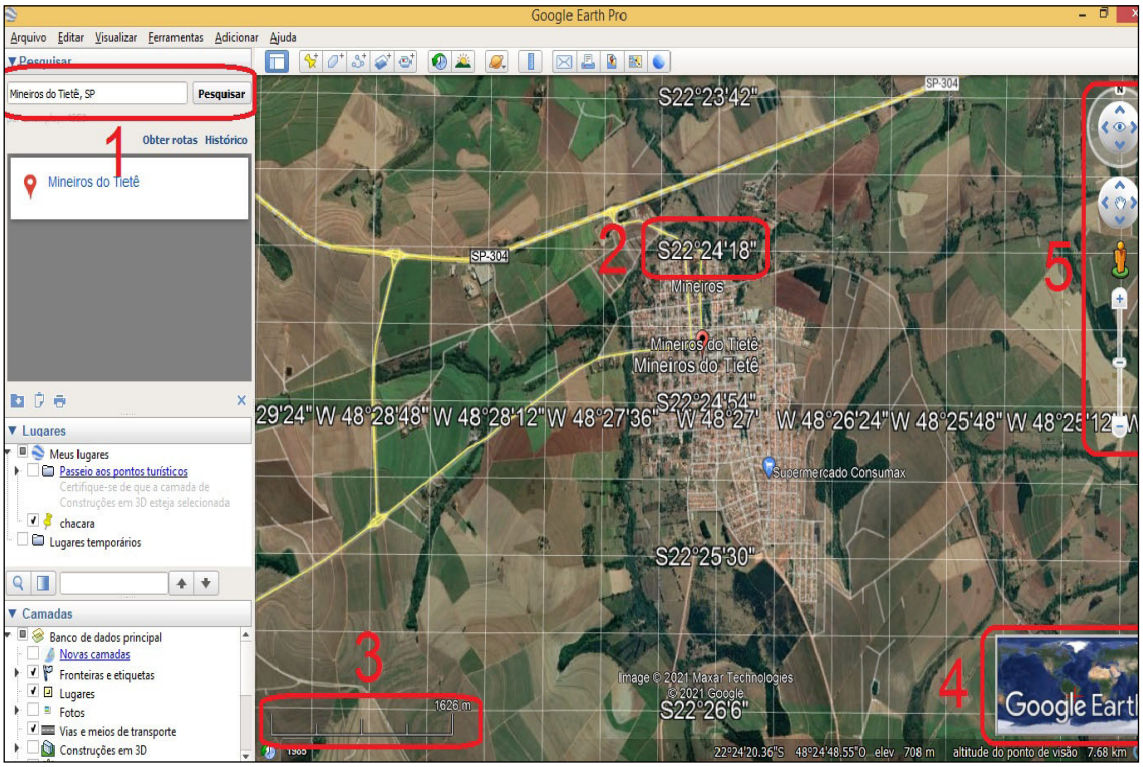
Com essas aulas, buscou-se promover significativas reflexões sobre a importância dos conceitos da cartografia como área do conhecimento geográfico, bem como a utilização de suas ferramentas, possibilitando a evolução dos processos de aprendizagem em Geografia, na medida em que possibilita para os/as alunos/as a compreensão mais efetiva dos conteúdos estudados na Geografia, que de modo geral demandam a utilização de imagens, mapas e gráficos para elucidar da melhor forma possível os elementos físicos e humanos e suas relações com o espaço geográfico.

Nesse contexto, sobre o tema "cartografia", procurou-se trabalhar junto aos alunos/as, através de uma breve história da ciência cartográfica, através de conceitos e elementos

básicos como: projeções cartográficas, coordenadas geográficas, escalas, legendas e tipos de mapas. Para tanto, as aulas foram desenvolvidas de maneira expositiva e dialogada mediadas pela utilização de ferramentas digitais como celulares e computadores. Após a aula, os/as e alunos/as realizaram uma roda de conversa virtual, cujo debate, direcionou-se para a sistematização e consolidação dos conteúdos abordados.

Dessa forma, as ferramentas tecnológicas inseridas e utilizadas no contexto das práxis em Geografia são de fundamental utilidade para o ensino dessa disciplina, na medida em que possibilitam o trabalho de temáticas diversificadas através de um conjunto de informações reais, edificados com base em dados obtidos por instituições externas ao contexto escolar, cuja procedência verifica-se na ferramenta tecnológica utilizada.

Refletir sobre a ferramenta *Google Earth* e seu emprego nas aulas de Geografia constitui-se em uma importante possibilidade de planejamento mais adequado das práticas didáticas em sala de aula, além de possibilitar o conhecimento e aperfeiçoamento em relação à sua manipulação. Observa-se na página principal da ferramenta (Figura 5), em sua interface inicial, a presença de vários elementos do conhecimento geográfico utilizados como base para a compreensão dos conceitos cartográficos.



Fonte: Google Earth Pro (2021). Adaptado pelo autor.

Figura 5. Print da tela do *Google Earth Pro* e sua interface com elementos cartográficos.

Na Figura 5 observa-se os principais elementos cartográficos presentes na ferramenta, entre eles a localidade de pesquisa (1), as coordenadas geográficas (2), a escala da imagem (3), que possibilitam ao usuário realizar a exploração das características geográficas e

cartográficas, através das coordenadas, localidades ou pontos de interesses específicos, além da visão geral do mapa (4), e da orientação (5) entre outras funcionalidades, que permitem a manipulação da ferramenta em relação ao espaço geográfico que está sendo estudado.

Seguindo nessa perspectiva, utilizando somente a interface básica do software já nos possibilita trabalhar com os conceitos cartográficos básicos como noção de escala, localização e orientação espacial, além das coordenadas geográficas. Com a manipulação da barra de ferramentas do *Google Earth Pro*, na parte superior, existe a possibilidade de se trabalhar inclusive com fusos horários, variação histórica das imagens das localidades estudadas, promovendo a comparação de diferentes épocas e a evolução de ocupação regional, cálculo de distâncias, ocupação do solo, processos erosivos, deslizamentos, bacias hidrográficas, desastres, entre outras possibilidades em relação ao ensino de Geografia na escola.

Nesse sentido, no decorrer das aulas, foram retomados com os/as alunos/as o conceito de desastres - iniciamos a aula com uma dinâmica de debate sobre os desastres. Nessa dinâmica, foi indagado aos/as alunos/as: O que vocês sabem sobre os desastres? Ao longo da dinâmica foram compartilhadas as principais palavras relatadas pelos/as alunos/as para uma discussão final com a turma. Notou-se no geral, que a maioria dos/as alunos/as não tinham conhecimento sobre o referido tema.

Sendo assim, foi necessário retomar conceitos importantes relacionados aos desastres durante a aula, sendo estes de suma importância para a compreensão das características naturais e a relação das ações antrópicas sobre o meio ambiente e suas consequências para os diferentes lugares do planeta, buscando construir a definição de desastres, suas causas e as possibilidades de mitigação, bem como suas influências nas sociedades atingidas.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tal problematização constitui um ambiente oportuno para o debate sobre o tema desastre natural, abordando e culminando com a inserção dos conceitos geográficos de cartografia, contribuindo, assim, para que alunos e alunas desenvolvam uma consciência crítica e que sejam mais participativos/as e conscientes de suas responsabilidades enquanto cidadãos/ãs.

Desse modo, as aulas começavam com uma exposição mais abrangente sobre o tema a ser estudado, de modo a chamar a atenção dos/as alunos/as. Em algumas ocasiões, o tema foi enviado através de um formulário virtual em que os/as estudantes tinham a possibilidade de interagir com os conceitos; em outras situações, eram realizadas apenas referências orais interligando o tema proposto com os conteúdos desenvolvidos em aulas anteriores, de forma simplificada e específica, como nas aulas tradicionais, como é de costume no ensino de Geografia na Educação Básica. Para Silva (2018, p. 18):

> O ensino é a assimilação e a construção do conhecimento e, para isso, é necessário que haja sempre o diálogo entre o educador e o educando para que a aprendizagem seja favorável ao despertar social na compreensão dos conteúdos em Geografia.

Assim, o/a professor/a, ao explicar bem os conceitos, torna-se o alicerce para que o/a aluno/a consiga compreender o que se está ensinando, contribuindo de maneira efetiva para o ensino geográfico, caracterizando nesse sentido o papel essencial dos/as docentes como mediadores de uma construção de inúmeras alternativas de abordagens dos conceitos da Geografia, estimulando o interesse do/a aluno/a, além de gerar questionamentos críticos sobre a realidade vivida.

Em relação ao desenvolvimento da sequência didática, as aulas de modo geral, fundamentaram-se na explicação dos conceitos, exemplificando os termos utilizados por meio do uso do atlas escolar digital, além de outros recursos didáticos e tecnológicos, como Google Meet, além dos questionamentos dirigidos aos alunos e alunas, os quais serão debatidos a seguir. Dessa forma, as aulas eram iniciadas dialogando-se sobre o conteúdo ou conceito a ser trabalhado; em seguida, com o intuito de exemplificar o que estava sendo exposto na aula, eram utilizados exemplos do cotidiano de vivência dos/as estudantes.

No esforço de promover um diálogo mais próximo com os/as alunos/as, com o intuito de assegurar-lhes uma participação mais efetiva na aula, procurou-se nos vários momentos de apresentação, direcionar questionamentos à turma, um procedimento metodológico significativo na orientação do processo de aprendizagem, pois, por meio dos questionamentos, surgem as possibilidades de angariar informações relativas aos conhecimentos prévios dos/as estudantes, estabelecendo relações entre as vivências cotidianas dos/as mesmos/as, bem como, relacioná-los/as ao conteúdo, possibilitando a elaboração de diferentes possibilidades em relação à aprendizagem.

É importante salientar que essa turma apresentava um bom comportamento e uma boa participação nas atividades, requisitos necessários para a execução de uma aula mais proveitosa. Sendo assim, as explicações eram seguidas de muitos questionamentos por parte dos/as alunos/as, potencializando as explicações dos conceitos, fazendo com que o nível de participação deles/as fosse satisfatório, principalmente quando os conceitos eram relacionados às situações cotidianas vivenciadas por eles/as em seus locais de moradia.

No decorrer da aplicação da sequência didática, identificou-se que a utilização de recursos didáticos tecnológicos, como os celulares, smartphones e computadores, contribuíram para o desenvolvimento dos conceitos de maneira mais significativa para o aprendizado dos/as alunos/as. Salienta-se, que essa gama de recursos didáticos foi utilizada de maneiras diferentes ao longo do processo; em várias ocasiões, assumiram uma valiosa importância na articulação das aulas em relação ao modelo proposto; em alguns casos, serviram apenas como apoio ao docente nos momentos das explicações.

A lousa convencional não foi utilizada, principalmente pela questão dos protocolos sanitários e do isolamento sanitário devido à Covid-19. Sabemos que esse recurso didático é comum e de certa forma fundamental para a educação básica na maioria das escolas e que consiste em um recurso básico para qualquer docente. Sabe-se que possui grande utilidade nos processos didáticos, podendo ser mais bem utilizado em várias ocasiões e de diferentes maneiras.

Ou seja, quando o/a docente necessita expor um determinado conteúdo e registrar as informações simultaneamente, registrar perguntas, transcrever tarefas, desenvolver uma síntese dos conceitos em pauta, anotar as contribuições dos/as alunos/as e principalmente elaborar esquemas para auxiliar nas explicações, considera-se que a utilização da lousa ainda é uma ferramenta didática importante na medida em que colabora para que as aulas se tornem mais dinâmicas, para que os conceitos debatidos possam fluir de maneira mais contextualizada a partir das explicações esquematizadas no quadro.

No decorrer das aulas, em que os conceitos de cartografia foram trabalhados por meio da utilização de atlas geográfico digital, ficou evidente que as explicações baseadas nas informações do atlas pouco contribuíram para a interação dos/as alunos/as, nem mesmo para a dinamicidade da aula, o que demonstra a falta de familiaridade dos/as alunos/as com esse tipo de material didático, mesmo que de forma interativa e on-line.

Nas aulas, cujas atividades ocorreram de maneira mais interativa permeadas pelo uso de tecnologias, os conceitos de desastres foram trabalhados por meio da utilização de internet de maneira síncrona, com o intuito de facilitar e acelerar a explicação dos conteúdos, sendo notórias as evidências de que, as explicações dos conceitos baseados nas informações obtidas por meio da internet e transmitidas de maneira on-line pelo computador por meio das imagens compartilhadas no *Google Meet*, despertaram maior interesse dos/as alunos/as, contribuindo para uma maior interatividade, promovendo uma dinamicidade mais efetiva durante as aulas.

Nesses momentos, os/as alunos/as tiveram a oportunidade de interagir de maneira mais efetiva com os conteúdos geográficos, os quais, em escalas nacional, estadual e até mesmo local, por meio do uso de imagens, vídeos, mapas temáticos e imagens de satélite, podendo relacioná-los com seu contexto de vivência.

Durante a aula, na qual se utilizou o *Google Meet* como plataforma de interação docente/alunos/as, foram disponibilizadas uma série de imagens de regiões do Brasil, as quais buscavam evidenciar áreas atingidas por desastres. Num segundo momento, forma utilizadas imagens de satélite, com o intuito de promover a localização geoespacial dessas regiões no território brasileiro, bem como suas características sociais e naturais, abordando temas relacionados ao crescimento urbano e as consequências das ações antrópicas para o meio ambiente.

Assim, quando o *Google Meet* foi utilizado como recurso didático, com o intuito de ilustrar por meio do compartilhamento de imagens, o tema trabalhado sobre desastres, foram lançados questionamentos aos/às alunos/as de modo a estimular o interesse mediante a observação das imagens.

Notou-se através dos comentários de alguns/mas alunos/as, os/as quais, participaram de maneira mais efetiva das atividades, um elevado entusiasmo em aprender mais sobre os temas abordados, uma vez que foram apresentados e debatidos questões e elementos referentes ao cotidiano desses/as alunos/as com o intuito de direcionar o foco para o tema desastres.

De forma geral, é compreensível que a utilização de um determinado recurso tecnológico durante as aulas, objetiva de maneira direta, torná-la mais prazerosa e dinâmica. Nesse sentido, é importante salientar, que a inserção de tecnologias como ferramentas didáticas, está relacionada com a maneira como o/a docente expõe e desenvolve o tema proposto para a aula.

Sendo assim, o que se pôde notar no decorrer das aulas, foi a viabilidade do recurso em relação a compreensão dos conceitos, possibilitando aos/às alunos/as uma participação mais objetiva na aula, promovendo dessa maneira, mais interatividade da turma, reforçando que a presença dessas ferramentas tecnológicas como recursos em sala de aula, proporciona uma dinamicidade, lembrando que sua utilização deve estar condicionada à organização dos conteúdos a serem trabalhados, aos seus objetivos de aprendizagem e até mesmo em relação à escolha das imagens que serão transmitidas e sua relação direta ou indireta com o tema da aula, para que dessa forma sejam criadas e efetivadas as condições que conduzam e incentivem o/a aluno/a participar da aula e compreender o que está sendo ensinado.

Nesse sentido, é importante salientar que o retorno as aulas de modo gradativo, trouxe a necessidade de redução do número de alunos/as por turma em acordo com as diretrizes da Secretaria de Estado da Educação em razão do Covid-19. Para tanto, algumas adequações foram necessárias em relação à proposta inicial da aplicação da sequência didática.

Sendo assim, apenas uma aula prática presencial foi realizada no período de aplicação da sequência didática, foi decidido por uma reformulação no plano de aula da sequência didática, adequando-o para que a manipulação do software fosse realizada pelos estudantes de maneira remota.

Para isso, novamente utilizou-se o *Google Meet* para as explicações síncronas e demonstração das imagens de satélite, as quais são os objetos principais das análises. Dessa forma, os/as alunos/as acompanhavam as explicações, observando a projeção das imagens de satélite. Em seguida, acessaram a ferramenta nos computadores com o intuito de manusear a ferramenta, trabalhar os conteúdos, promovendo, assim, uma participação mais ativa no processo de aprendizagem.

Nesse contexto, através das imagens de satélite selecionadas, o professor pesquisador orientou os/as alunos/as à realizar a leitura e interpretação das mesmas, os comandos a serem utilizados na ferramenta para a percepção dos aspectos a serem analisados, visando à construção do conhecimento geográfico e dos desastres. Para Cavalcanti (2012), o/a aluno/a deve "aprender Geografia por meio de um modo próprio de pensar, sem repetir as informações estudadas através de tópicos".

Portanto, mediante o emprego do *software Google Earth Pro*, foram exibidas aos/às alunos/as imagens de satélite do espaço urbano da cidade de São Pedro/SP, entre outras localidades e datas distintas. Utilizando o Google Meet, foram compartilhadas imagens de satélite das regiões para que os/as alunos/as conseguissem observar e assimilar o

crescimento urbano, a ocupação do solo e principalmente áreas com riscos ou ocorrência de desastres e como essas ocorrências se dão espacialmente, trabalhando de forma direta questões relacionadas à localização espacial, causas e consequências dos desastres e sua mitigação, no sentido de possibilitar que os/as aluno/as estabelecessem as relações entre os fenômenos, comparando e observando a regiões, compreendendo dessa maneira as mudanças no espaço geográfico e os impactos causados pelos desastres.

Mediante a realização das atividades, possibilitou-se a construção do pensamento espacial dos/as alunos/as, por meio de um processo investigativo mediado pelo uso de tecnologias acerca das informações geográficas, que nas palavras de (Castellar, 2017, p. 209) "servem como apoio para as análises por meio das situações do cotidiano que possibilitam a aplicação dos conceitos geográficos".

Assim, procurou-se trabalhar de maneira crítica conceitos e habilidades relacionadas ao conhecimento geográfico por meio da análise de imagens de satélite, localização geográfica, processos de distribuição espacial e uso de solo, contemplando questões relacionadas aos desastres e a redução do seu grau de risco.

Com a sequência didática, procurou-se permitir que os/as alunos/as desenvolvessem a capacidade de observação e compreensão da realidade através dos conteúdos. Sendo assim, evidencia-se a importância da estruturação das aulas de Geografia, no sentido de instigar alunos e alunas a serem protagonistas no aprendizado, interagindo de maneira significativa com as explicações e indagações do/a docente com o intuito de desenvolver reflexões críticas a partir das temáticas estudadas durante as aulas.

De acordo com o proposto na sequência didática, a qual foi elaborada em consonância com o Currículo Paulista, mais especificamente no contexto do plano de aula do professor pesquisador, possibilitou-se a apresentação dos processos didáticos em relação à aplicação das propostas em sala de aula e a maneira de buscar o desenvolvimento de um método teórico conceitual sobre o uso de geotecnologias para o entendimento dos desastres culminando com a promoção do pensamento geográfico.

Cabe salientar, que a maior parte da sequência didática se desenvolveu principalmente no modelo on-line síncrono, com aulas expositivas e dialogadas. Apenas uma aula prática foi realizada no laboratório de informática contando com a presença de somente dois alunos, pela necessidade de se trabalhar de forma direta com o software *Google Earth*, no sentido de facilitar a manipulação da ferramenta, bem como no tratamento e observação das imagens.

Nesse sentido, possibilitou-se que os/as alunos/as, através do uso da ferramenta, trabalhassem de maneira direta com as imagens no intuito de realizar as observações pertinentes sobre as áreas foco das análises com a orientação direta do professor pesquisador no sentido de assegurar o desenvolvimento mais efetivo da aprendizagem, contribuindo para o alcance de uma percepção mais ampla sobre os fenômenos estudados, uma vez que tais conceitos já foram desenvolvidos nas aulas anteriores, constituindo-se em uma importante possibilidade de se dar mais relevância aos conceitos trabalhados em sala, ao relacioná-los às questões que permeiam o ensino de Geografia e os desastres.

Desse modo, a utilização de imagens de satélite disponíveis no programa *Google Earth* é fundamental para o desenvolvimento das aulas, uma vez que possibilita uma visualização mais efetiva e interativa das informações geográficas. Assim, considera-se que a assimilação visual das características do espaço geográfico, bem como de suas formas e variações, constitui uma importante habilidade que orienta a maneira de se pensar o espacial ao permitir o entendimento das maneiras de como as coisas estão dispostas nesse espaço e o sentido de como esta habilidade determina o pensamento geográfico na medida da percepção visual do/a aluno/a, fortalecendo seu potencial de observação.

Compreender, por meio da observação as características de uma determinada paisagem no contexto geográfico através de tecnologias, evidencia a possibilidade de entendimento acerca de diferentes dimensões e conexões espaciais que, a simples observação através dos livros não permitiria realizar.

Assim, ao se utilizar uma gama variada de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas disponibilizadas pelo *software Google Earth Pro* nesta pesquisa, possibilita atribuir através de seu potencial e importância em ser uma ferramenta tecnológica de promoção do entendimento do espaço geográfico, na medida em que potencializa uma análise mais fiel do espaço, não se baseando em simples ilustrações; constata-se que essas concepções visuais apresentam-se com significados e formas, sendo possível seu acesso, possibilitando uma reflexão de maneira a compreendê-las.

A conclusão e fechamento das aulas são fundamentais para a verificação do nível de aprendizagem dos/as alunos/as através de um momento específico no qual, eles/as tenham a possibilidade de sanar suas dúvidas, elaborar questionamentos e atividades para que consigam responder, ou seja, corresponde a uma etapa de avaliação da aula para que haja a análise específica sobre a prática pedagógica no sentido de identificar possíveis lacunas no processo didático, com o intuito de se for necessário, promover adequações ao tema.

Nesse contexto, foi possível de maneira dialogada realizar as avaliações de aprendizagem dos/as alunos/as através de suas dúvidas e comentários. Em decorrência dessa situação, elaborou-se um questionário direcionados aos/às alunos/as ao final da sequência didática sobre a temática abordada com o intuito de avaliar a aprendizagem dos/as mesmos/as.

Considerações finais

Com base nos objetivos desta pesquisa e nos resultados alcançados, pode-se considerar que, promover o ensino sobre os desastres, suas causas e consequências no contexto escolar, em especial através do ensino de Geografia, possibilita aos/às docentes a elaboração planos de aula/ensino que contextualizem conceitos por meio de sequências didáticas, principalmente com o intuito de se trabalhar os conceitos de cartografia e desastres com a utilização de tecnologias, entre elas o uso de imagens de satélite disponíveis em

diversos sites de internet, de maneira a contemplar habilidades de aprendizagem presentes nas propostas curriculares, nesse caso o Currículo Paulista, o qual propõe "utilizar as linguagens cartográficas, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais" (São Paulo, 2020).

Assim sendo, a inserção e uso de geotecnologias como recurso didático nas aulas de Geografia na educação básica, se demonstrou como um avanço significativo e fundamental para o ensino dos conceitos desse componente curricular na medida em que proporciona metodologias mais interativas e diversificadas, inovando os processos didáticos em sala de aula, como pôde ser observado nesta pesquisa.

Portanto, o desenvolvimento de um currículo escolar, que permita o desenvolvimento de práticas educativas na educação básica, aliadas ao uso de geotecnologias, com aulas teóricas e práticas, através do ensino da Geografia, contribuem para a motivação dos/as estudantes em relação ao aprendizado dos conceitos desenvolvidos, ficando evidente a maior e efetiva participação nas aulas, uma vez que a temática desenvolvida estava relacionada com as questões socioambientais e impactos decorrentes dos desastres e de maneira significativa para o desenvolvimento da consciência de resiliência e na mitigação dos desastres.

Compreendemos, que diante dos riscos de desastres provocados pelos eventos naturais extremos e pelas ações antrópicas, a Geografia escolar assume um importante papel como instrumento na formação docente e discente, principalmente na transmissão de conceitos, bem como na contribuição acerca da resiliência e mitigação sobre os desastres, constituindo-se de uma ferramenta essencial para tal, devendo ser devidamente valorizada no currículo escolar na medida em que promove através do uso de tecnologias educacionais a implementação de estratégias de educação que estimulem ações de maior sensibilização e preparação em relação aos riscos, além da mobilização da comunidade em que a escola está inserida para as questões relacionadas a prevenção, gestão e mitigação dos riscos.

Referências

ALMEIDA, R. D. de.; PASSINI, E. Y. **O Espaço Geográfico**: Ensino e Representação. 15. ed. São Paulo: Contexto, 2008.

AZAMBUJA, L. D. de. O tema de estudo e o ensino de Geografia na Educação Básica. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 9, n. 17, p. 109-126, 2019.

CALLAI, H. C. A Geografia escolar e os conteúdos da Geografia. **Revista Virtual - geografía, cultura y educación**, [s. l.], n. 1, p. 129-139, 2011.

CARNEIRO, S. M. M. **Importância educacional da geografia**. Educar, Curitiba, n. 9, p. 121 - 125, 1993.

CASTELLAR, S. M. V.; et al. Cartografia escolar e o pensamento espacial fortalecendo o conhecimento geográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v.

7, n. 13, p. 207-232, jun. 2017.

CASTELLAR, S. M. V. O papel do pensamento espacial na construção do raciocíniogeográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 10, n. 19, p. 294 - 322, 2020.

CAVALCANTI, L. de S. A Geografia e a realidade escolar contemporânea: avanços,caminhos, alternativas. In: Seminário nacional: currículo emmovimento, 1., 2010, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte, 2010.

CAVALCANTI, L. de S. **A geografia escolar e a cidade:** ensaios sobre o ensino degeografia para a vida urbana cotidiana. Campinas: Papirus, 2012a.

CAVALCANTI, L. S. de. **O ensino de geografia na escola**. Campinas: Papirus,2012b.

EVANGELISTA, A. M. et al. Os usos e aplicações do Google Earth como recursodidático no ensino de Geografia. **Revista PerCursos**, Florianópolis, v. 18, n. 38, p.152 -166, 2017.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**.17. ed. Rio de Janeiro: Paz eTerra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa.São Paulo: Paz e Terra, 2020a.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 2020b.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

LUCCI, E. A.; VITAL, S. R. de O. Geografia, globalização e desastres naturais. In: **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed.

São Paulo: Centro Paula Souza. **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** 2020. p. 855 - 862. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/Reducao2020.html<. Acesso em: 24 ago. 2021.

MACHADO, K. P.; AFONSO, A. E. Prevenção de desastres naturais no ensino básico de geografia: Uso de cartilhas. In: Encontro nacional de prática de ensino de geografia, 14., 2019, Campinas. **Anais**[...]. Campinas, 2019. p. 1613 - 1622. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/anais14enpeg/index>. Acesso em: 23 dez. 2021.

MOREIRA, P. O. **Tecnologias educacionais voltadas para o ensino da Geografia**: relato de experiência com o uso do Google Earth e do Google Maps. Orientadora: Sabrina Bleicher. 2019. 28 f. Trabalho de conclusão de Curso (Pós-Graduação lato sensu em Tecnologias para Educação Profissional) – Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Florianópolis, 2019.

NETO LANDIM, F. O.; SILVA BARBOSA, M. E. O ensino de geografia na educação básica: uma análise da relação entre a formação do docente e sua atuação na Geografia escolar. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 160 - 179, 2010.

NEU, S. F. Ensino de história no ensino médio com o uso do google maps e google earth: uma aprendizagem possível? **Revista de Educação Dom Alberto**, [s. l.], v. 1, n. 6, p. 1-8, 2014.

OLIVEIRA, C. L. de. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos,

técnicas e características. **Travessias**, Cascavel, v. 2, n. 3, 2010. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3122>. Acesso em: 2 set. 2022.

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia da Pesquisa**. 3. ed. Campinas: Papirus, 1998.

PEDRO, L. C. Geografia "física" no ensino fundamental: um relato sobre a importância dos conteúdos e das atividades práticas na formação do aluno. **GeoAtos**, Presidente Prudente, v. 1, n. 11, p. 38 - 57, 2011.

RODRIGUES, T. D. de F. Faria et al. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, Rio de janeiro, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49>. Acesso em: 1 set. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo Paulista**: Etapa Ensino Médio. 2020. p.1. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ensinomedio/materiais-de-apoio-2/>. Acesso em: 20 out. 2021.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico-informacional. São Paulo: EDUSP, 1994.

SILVA, J. dos S.; GUIMARÃES, T. de O. Google Earth Pro e sua aplicabilidade no ensino da cartografia. **Geofronter**, Campo Grande, v. 6, p. 01 - 13, 2020.

SILVA, L. A. P. O fazer docente no processo ensino-aprendizagem: reflexões e desdobramentos na Geografia escolar. **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v. 12, n. 2, p. 15 - 24, 2018.

SOUSA, I. B.; DI MAIO, A. C. Tecnologias aplicadas à cartografia na educação ambiental: uma experiência no segundo segmento do ensino fundamental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 26., 2014, Gramado (RS). **Anais**[...]. Gramado: SBC, 2010. p. 1-10.

STANGHERLIN, M; MAGNONI, J. L. A educação ambiental e seu papel na compreensão do espaço geográfico para a redução do risco de desastres. In: MAGNONI, J. L. *et al*. (org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano.** 2. ed. São Paulo: CPS, 2020. p. 812 - 829.

STRAFORINI, R. O ensino de Geografia como prática espacial de significação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 93, pp.175-195, dez. 2018. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/15262>. Acesso em: 06 dez. 2021.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil:** livro verde, Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia. 2000. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/434/1/Livro%20Verde.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ENSINO DE SOLOS A PARTIR DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES COMO ESTRATÉGIA DE CONSCIENTIZAÇÃO AOS RISCOS DE DESASTRES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

TEACHING SOILS FROM ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES THROUGH ROTATION BY STATIONS AS A STRATEGY TO RAISE AWARENESS OF DISASTER RISKS IN BASIC EDUCATION

LA ENSEÑANZA DE SUELOS BASADA EN METODOLOGÍAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE MEDIANTE ROTACIÓN POR ESTACIONES COMO ESTRATEGIA PARA CREAR CONCIENCIA SOBRE LOS RIESGOS DE DESASTRES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

ENSEIGNER LES SOLS À PARTIR DE MÉTHODOLOGIES D'APPRENTISSAGE ACTIF PAR LE BIAIS D'UNE ROTATION DES STATIONS COMME STRATÉGIE DE SENSIBILISATION AUX RISQUES DE CATASTROPHE DANS L'ÉDUCATION DE BASE

Luana Nobrega Peres Rodrigues[1]
Maria do Carmo Oliveira Jorge[2]
Antonio Jose Teixeira Guerra[3]
Ana Sofia Distler[4]
Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva[5]

1 Doutoranda do Programa de Pós-graduação de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9856707664690878. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8234-8411. E-mail: luananobregaperesrodrigues@yahoo.com.
2 Pós-Doutoranda do Programa de Pós-graduação de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/5899288414066466. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5375-2172. E-mail: carmenjorgerc@gmail.com.
3 Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/1290031462581422. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2562-316X. E-mail: antoniotguerra@gmail.com.
4 Graduanda do curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/5391926614523008. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9680-5424. E-mail: distlerana@gmail.com.
5 Mestrando do Programa de Pós-graduação de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9300267875416866. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3686-4153. E-mail: gabriel.thaumaturgo@gmail.com.

Introdução

Entendemos por mudança climática uma alteração de longo prazo no clima do planeta. Não se trata apenas de um ano mais seco que o anterior, ou um calor fora de época, mas sim de uma tendência que o clima está apresentando de não se comportar como o esperado pelo ser humano, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. A gestão do risco de desastres pelas diferentes sociedades torna-se fundamental à medida em que grande parte das populações é, cada vez mais, impactada por riscos. O Ensino Básico pode contribuir com a ampliação da conscientização das crianças – e de suas famílias – em relação aos riscos socioambientais nos quais estão inseridos e auxiliar tomadas de decisão destas pessoas frente a eventos extremos.

O Aquecimento Global corresponde ao aumento da temperatura média terrestre, causado pelo acúmulo de gases poluentes na atmosfera. O século XX foi considerado o período mais quente desde a última glaciação. Houve um aumento médio de 0,7°C nos últimos 100 anos. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão responsável por estudos sobre o aquecimento global, acredita que o cenário para as próximas décadas é de temperaturas ainda mais altas.

De acordo com Pereira e Rodrigues (2020), a análise do solo está diretamente associada à prevenção de riscos socioambientais pois alterações nos solos implicam na variabilidade dos riscos, e vice-versa.

Pereira e Rodrigues (2020) destacam ainda que o conhecimento das características dos solos também ajuda a avaliar a fragilidade do terreno e é uma das principais ferramentas na prevenção de riscos naturais. Sendo assim, o ensino sobre essas características é relevante para capacitar as populações frente aos riscos naturais.

Deve-se ressaltar que na literatura científica há diversas definições a respeito do conceito de solos: para Ladeira (2010) a definição de solo pode variar segundo a formação e o interesse do profissional que o estuda. Buol *et al.* (1997) definem solo como um corpo natural de minerais e matéria orgânica que mudam, ou mudaram, em resposta ao clima e aos organismos. Na concepção de Catt (1987), solo corresponde a camadas superficiais da crosta terrestre que foram modificadas por processos dependentes da proximidade da atmosfera.

Para a Embrapa (2018), solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, além de ser um sistema dinâmico. Guerra (2014) corrobora com esta visão, ao considerar que os solos e as paisagens se comportam como sistemas abertos, na medida em que ganham e perdem matéria e energia, para além das suas fronteiras.

Em linhas gerais, os solos são essenciais à vida - incluindo a dos seres humanos. Entretanto, a sociedade só se mobiliza para conservar aquilo que conhece e considera relevante para si, portanto, deve-se buscar desconstruir a ideia do solo como fator secundário na nossa sociedade; ideia essa que por mais errônea que possa parecer se perpetua e ainda propõe o solo como recurso natural infinito, facilmente agricultável e

recuperável – principalmente em um país tropical, ainda com o imaginário fixado na narrativa de Pero Vaz de Caminha: "Nesta terra, em se plantando, tudo dá!".

A priori, abordar o tema solos na Educação Básica poderia ser trivial: são inúmeros os artigos que desenvolvem o tema de maneira exemplar e detalhada, propondo enfoques variados, de acordo com os objetivos que buscam atingir. Entretanto, é notório pontuar que tal abordagem é quase que restrita ao meio acadêmico, com foco na importância desse recurso – termo esse, muito taxativo, visto que retorna àquele olhar de dominância tradicional da sociedade para com a natureza.

Porém, as abordagens deveriam transpor laboratórios de pesquisa e universidades e atingir desde a mais tenra idade os sujeitos, sendo voltadas, também, ao Ensino Básico. Autores como Jorge (2021 e 2024) se dedicam a trabalhar a geocomunicação a respeito de solos, abrangendo também etapas do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A questão é que apesar do tema ser ensinado nas escolas, as abordagens e metodologias predominantes no ensino sobre solos dificilmente levam em consideração sua complexidade, principalmente quando o tema precisa ser trabalhado em determinadas escalas.

Além do mais, essa complexidade das temáticas relacionadas aos solos não pode ser reduzida a concepções compartimentadas, nas escolas. Geralmente apresentado nas disciplinas de Biologia ou Geografia, buscando apenas responder a demandas relativas à preservação do recurso – de maneira estritamente superficial, não buscando explicar a importância da sua preservação, e/ou conservação, ou até de maneira a contemplar apenas o modelo econômico vigente - o solo como cenário para a agricultura e agropecuária além de detalhes relativos aos modos de produção.

Sabe-se, contudo, que por mais que o ensino contextualizado e problematizador sobre solos seja necessário, abordar o tema no Ensino Básico brasileiro envolve diferentes desafios. Cardoso e Silva (2018) sinalizam que estes vão além da própria formação docente: perpassam pela estruturação dos currículos universitários, pela carência de material didático adaptado a professores e a falta de atividades práticas nas escolas para a abordagem de conceitos e temas da Geografia Física.

"Em verdade, o tema solo ensinado na geografia escolar, não tem a pretensão de ser destaque, mas um referencial importante [...]" (Diniz dos Santos *et al.*, 2024, p.14). As abordagens acerca dos solos que contemplem seu processo de formação, suas características físicas e químicas, suas propriedades, as causas de sua alteração ao longo do tempo, bem como formas de recuperação de áreas degradadas e seus usos distintos precisam ser realizadas com os estudantes, estimulando o desenvolvimento de seu pensamento crítico, desde as etapas iniciais do Ensino Básico.

Superar estes desafios é fundamental para a construção da aprendizagem sobre solos. Ademais, Pereira e Rodrigues (2020, p.123) enfatizam que:

> Essas ações de sensibilização ambiental, por meio de abordagens espaciais do solo no processo de ensino e aprendizagem, têm como consequência a formação de indivíduos conscientes e ativos na produção e organização do espaço geográfico, fundamental para a prevenção de riscos naturais (Pereira; Rodrigues, 2020, p.123).

Diante disso, é destacado o potencial do ensino de solos a partir de **metodologias ativas** de aprendizagem como metodologias capazes de construir essas reflexões com os estudantes, a partir do incentivo à problematização e ao pensamento crítico, de forma individual e coletiva – rompendo com o ensino tradicional, que prioriza a transmissão de informações em aulas meramente expositivas e que pouco estimulam experiências práticas e reflexões a partir de situações-problema reais.

E é com a ajuda de diferentes recursos pedagógicos como mapas, imagens, textos, saídas de campo e atividades geográficas multiplicam-se as oportunidades de desenvolver o olhar de cada aluno sobre o espaço geográfico (Diniz dos Santos *et al.*, 2024, p.15).

Assim, este capítulo tem como objetivo abordar o ensino de solos no Ensino Básico, a partir de metodologias ativas de aprendizagem – especificamente a **Rotação por Estações**. A construção destas aprendizagens ocorre no âmbito do **Laboratório de Geodiversidade** – localizado na Escola Municipal Marc Ferrez, no Alto da Boa Vista, na Cidade do Rio de Janeiro.

Materiais e Métodos

Locus de Estudos

Laboratório de geodiversidade e o ensino de solos

O Laboratório de Geodiversidade localiza-se no bairro Alto da Boa Vista, no Rio de Janeiro, muito próximo à entrada do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, na Escola Municipal Marc Ferrez - uma escola pública de ensino integral que atende alunos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental II.

Fundado em junho de 2024, é um espaço educativo, inovador e propositivo. Tem como principal objetivo fomentar a difusão científica, construindo novas formas de estabelecer a geocomunicação com os alunos do Ensino Básico e estimular a pesquisa científica nesta etapa de ensino. A Figura 1 busca ilustrar a entrada da E.M. Marc Ferrez:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 1. Fachada do colégio.

O Laboratório de Geodiversidade se aloca em uma sala com mesas, cadeiras, armário, estante, mural, ponto de água com tanque (para facilitar atividades laboratoriais) e um acervo relativo à geodiversidade – amostras de minerais, rochas, fósseis e solos, além de bibliografia especializada, conforme a Figura 2 ilustra:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 2. Mural e acervo do Laboratório.

Parte deste material foi doado por laboratórios de Geologia da UFRJ (como o Laboratório de Paleontologia e de Mineralogia), pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), e a maior parte do acervo é proveniente da parceria com o Laboratório da UFRJ denominado LAGESOLOS (Laboratório de Geomorfologia Ambiental e Degradação dos Solos). Entretanto, o Laboratório não se restringe só a este espaço, já que ele é integrado ao campus da instituição, conforme a Figura 3 ilustra:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 3. O entorno do Laboratório.

No próprio campus da unidade escolar há elementos tanto da geodiversidade – especialmente solos – como da biodiversidade. Muitas espécies vivem e/ou transitam na instituição: desde vegetais até insetos, pássaros, macacos, quatis, dentre muitas outras nativas do bioma Mata Atlântica. e, assim, os alunos podem tanto conhecer amostras ex situ como elementos da geodiversidade in situ na unidade escolar, conforme pode ser observado na Figura 4:



Fonte: Ana Sofia Distler.

Figura 4. A Mata Atlântica em evidência.

As Metodologias Ativas

As metodologias tradicionais de ensino ainda prevalecem como experiência educacional na maioria das instituições de ensino do país. NOBREGA (2018) ressalta que aulas completamente expositivas e avaliações, visando apenas a mensuração da capacidade de memorização dos estudantes cumpriram um papel e fizeram parte dos processos de ensino e aprendizagem da maioria dos estudantes formados no século XX. Porém, vários autores apontam que os resultados destas metodologias tradicionais são menos expressivos do que as **metodologias ativas de aprendizagem**.

Tais metodologias estimulam o protagonismo e o comprometimento dos alunos na busca pelo conhecimento e na construção de novos saberes. Sobre estas metodologias, Braga (2018, p. 10) esclarece que "(...) metodologias ativas de aprendizagem, que nada mais são do que métodos para tornar o estudante protagonista de seu processo de aprendizagem, e não mais elemento passivo na recepção de informações".

Defende-se que a adoção de diferentes metodologias ativas é importante para desenvolver distintas habilidades pelos estudantes. As principais metodologias utilizadas no Laboratório de Geodiversidade são: a aprendizagem por pares, a rotação por estações e a aprendizagem baseada em problemas. Neste capítulo, iremos nos aprofundar na **Rotação por Estações,** à medida que a aprendizagem sobre solos com alunos do sexto ano começou a ser construída a partir desta metodologia ativa de aprendizagem.

Rotação por Estações - Metodologia Ativa para o Ensino de Solos

A Rotação por estações é definida por Bacich, Neto e Trevisani (2015, p. 54) "como um modelo de rotação, dentre outros". Neste modelo, os estudantes revezam as atividades tendo em vista um horário fixo, ou proposto pela orientação do professor. Os autores ressaltam inclusive que as tarefas podem incluir discussões em grupo, com ou sem a presença do professor, atividades escritas, leituras e, necessariamente, uma atividade online.

A Rotação por Estações prevê, portanto, que os alunos passem por diversas estações para aprenderem determinado tema. Para tanto, é preciso organizar estações e definir os objetivos de aprendizagem em cada uma delas. No presente caso foi eleito o tema "**Importância dos solos**" para permear cada uma das estações que foram criadas.

Em cada estação havia uma discussão sobre alguma especificidade do tema. Realizada por Antonio José Teixeira Guerra (Professor Titular do Departamento de Geografia da UFRJ, fundador e pesquisador do LAGESOLOS), Professora Doutora Maria do Carmo Oliveira Jorge (também pesquisadora do LAGESOLOS), Luana Nobrega Peres Rodrigues (Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFRJ e Coordenadora Pedagógica da Escola Municipal Marc Ferrez e do Laboratório de Geodiversidade), Ana Sofia Distler (Graduanda em Geografia na UFRJ) e Gabriel Thaumaturgo (Mestrando do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFRJ) no dia 28 de agosto de 2024, com uma turma de sexto ano da Escola Municipal Marc Ferrez.

Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo iniciou a atividade em uma determinada estação. Por causa disso, a atividade precisava ter sido planejada sem que o desempenho em uma estação dependesse das demais.

Esta metodologia trabalha com um tempo pré-definido para a troca de estações - combinado com os estudantes, no momento de compartilhar as regras para a realização da atividade. Elegemos o tempo total da aula em 1 hora e 15 minutos de duração, quando de 15 em 15 minutos os grupos se movimentavam no sentido horário para uma nova estação.

Em mesas fixas, no pátio da escola, foram montadas quatro estações. Em cada uma delas um pesquisador aguardava um grupo para repassar as orientações daquela estação. Porém, definimos que antes de dividir os alunos pelas estações eles participariam de uma estação inicial em que todos estariam juntos.

A Estação Inicial foi a **Estação de Coleta de Amostras**. Os pesquisadores do LAGESOLOS e estudantes do sexto ano caminharam para fora da escola, juntamente com professores da instituição para poderem coletar amostras em um barranco. O Professor Antonio Jose Teixeira Guerra coletou amostras com estudantes, explicando a importância destas, passando amostras de solos de mão em mão, para observarem e não terem receio em manusear o material, estimulando a reflexão sobre a definição do que é o solo – conforme pode ser visto na Figura 5:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 5. Coleta conjunta de amostras, com observação e ajuda dos alunos.

Esta atividade na Estação de Coleta de Amostras durou 15 minutos, conforme previsto. Logo em seguida os alunos foram divididos aleatoriamente, em grupos, e perpassaram as estações A, B, C e D.

Estação A: Identificação de solos a partir de cores

Esta estação continha um perfil de solos elaborado pelo LAGESOLOS e doado para o Laboratório de Geodiversidade, a amostra de solos coletada com os estudantes e a Carta de Munsell. Os alunos receberam uma ficha individual ao ingressarem nesta estação e precisavam registrar suas impressões a respeito das amostras de solos. Após 15 minutos foi dado o comando para trocarem de estação – situação essa que se repetiu nas outras estações até passarem por todas elas. As Figuras 6, 7 e 8 ilustram a estrutura da estação e o trabalho realizado:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figuras 6. Estação A: identificação de solos a partir de cores.



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 7. Alunos e o Professor Guerra na Estação A.



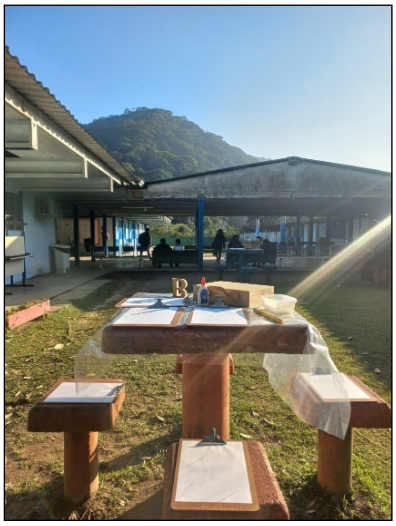
Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 8. Carta de Munsell e identificação do solo coletado na Estação A.

Estação B: Pintando com solos

Foram confeccionadas geotintas com o primeiro grupo de estudantes que passou na rotação. Este grupo, e os demais, foram convidados a fazerem desenhos com essas tintas produzidas a partir de diferentes tipos de solos. Os alunos produziram seus desenhos

em folhas brancas, de tamanho A4, utilizando pincéis e com o apoio de pranchetas. Os estudantes elegeram temas da geodiversidade e/ou biodiversidade em seus trabalhos artísticos. As Figuras 9 e 10 ilustram os recursos disponíveis na estação e os alunos realizando pinturas a partir de solos:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 9. Estação B: Pintando com os solos.



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 10. Alunos e a Professora Maria do Carmo na Estação B.

Estação C: Vídeo sobre solos

Nesta estação havia a exibição de um vídeo através de um telefone celular – com auxílio de uma caixa de som. O vídeo é denominado "**Vamos falar sobre solos – *Let's talk about Soils***", e foi elaborado pelo desenhista de animações Uli Henrik Streckenbach, para a primeira Semana Global de Solos em 2012.

Após assistirem o vídeo, os alunos precisaram responder a seguinte pergunta, a partir de um debate entre eles: "Qual é a importância dos solos?". Os alunos poderiam responder com uma frase e/ou um desenho, registrando suas respostas. A Figura 11 demonstra o trabalho desta estação:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 11. Alunos e o mestrando Gabriel Thaumaturgo na Estação C: Vídeo sobre solos.

Estação D: Solos e Arte

Nessa estação foram utilizados principalmente dois materiais base – imagens que foram retiradas do livro ***Soil Culture*** (2015) e esquemas de solo coloríveis, que viravam perfis de diferentes tipos de solos em 3D, do livro "Dobraduras de Perfis de Solos do Brasil" (2024). As imagens buscavam representar a diversidade dos tipos de solo existentes ao redor do globo e a capacidade das geotintas – apresentadas na estação B – de serem utilizadas para trabalhos artísticos.

Foram utilizados outros recursos, como lápis de cor e folha A4, com os esquemas de dois perfis de solos impressos (no caso, Neossolos e Latossolos). Os alunos pintaram os esquemas dos solos apresentados e levaram para casa para poderem montá-los. As Figuras 12 e 13 ilustram esta estação:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 12. Estação D: Solos e Arte.



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 13. Alunos e graduanda Ana Sofia Distler.

RESULTADOS

Houve a aplicação de dois questionários com os estudantes, um antes e um após a realização da Rotação por Estações, ambos no dia 28 de agosto de 2024. As questões que compuseram os questionários encontram-se em anexo nesse capítulo.

Com relação às estações apresentadas, na estação A muitos alunos ainda demonstravam interesse em continuar fazendo seus registros e observando os solos para identificá-los, mesmo após o tempo proposto acabar, o que sugere interesse genuíno na atividade.

Ao responderem uma ficha onde deveriam registrar suas impressões, diversos alunos foram além da simples descrição do perfil do solo e de suas cores. Arthur Gabriel, ao descrever as camadas do perfil do solo, percebeu características da sua superfície (como a presença de matéria orgânica, por exemplo), as diferenças das camadas do perfil do solo (como o fato de as rochas representarem a rocha matriz em um perfil de solo real) e de propriedades químicas dos solos mudarem à medida que o perfil se aproxima da rocha matriz (havendo menor disponibilidade de matéria orgânica, por exemplo).

Johander, além de descrever quantas camadas observava no perfil de solo disponibilizado, relacionou as cores dos solos com o teor (maior ou menor) de matéria orgânica ao longo de seu perfil. Kauã também percebeu que a cor, no perfil, muda conforme o solo se torna mais profundo.

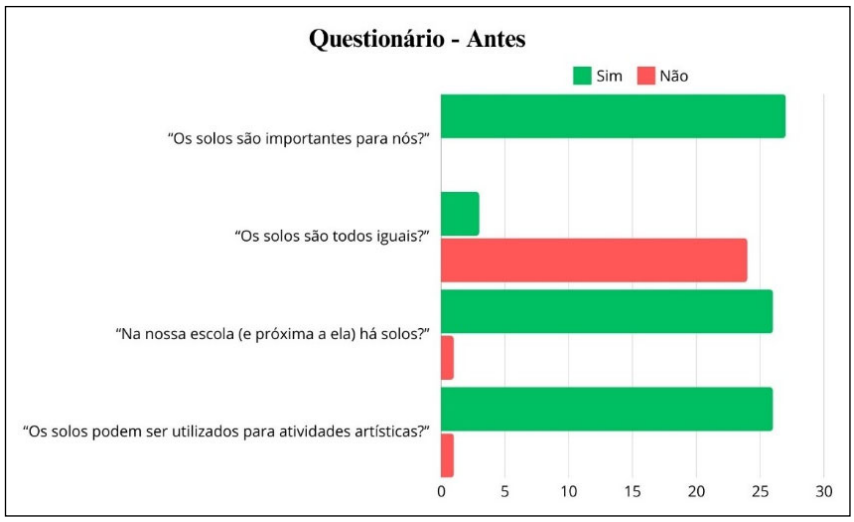
A estação B foi uma das que mais gerou interesse, conjuntamente com a A. Deduzimos que por ser uma atividade mais lúdica - que envolve a criatividade e trabalhos artísticos, uma gama de alunos demonstraria interesse e buscaria retornar à estação após a conclusão da atividade como um todo.

Com relação à estação C, os alunos interagiram com o pesquisador responsável, procurando compartilhar suas impressões e tirar dúvidas. Além de ser uma estação bem dinâmica pois, em 15 minutos, assistiram ao vídeo e fizeram uma pequena discussão sobre a importância dos solos, para poderem construir uma resposta dentro de seu grupo.

Todos os grupos registraram que o solo é importante para a agricultura e para a pecuária, que a degradação dos solos poderia comprometer a soberania alimentar das populações (nas palavras dos grupos: "poderia causar fome") e prejudicar a alimentação de diferentes espécies de animais.

Por fim, na última estação, D, a grande maioria dos grupos realizou questionamentos que buscavam compreender, em escala macro, os processos relacionados aos solos. Perguntas como "**Quer dizer então que essa pedra grandona vai se transformar em solo**?" e "**As árvores perderem folhas tem a ver também com o solo**?" apareceram – sendo que a última pergunta foi elaborada justamente porque naquele momento uma folha seca caiu sobre a mesa que estávamos realizando a atividade.

Com relação aos questionários propostos, 27 estudantes responderam ao questionário em momento imediatamente anterior à realização da atividade e o mesmo grupo de estudantes respondeu ao outro questionário, após o desenvolvimento da referida rotação por estações. A análise é feita, a partir dos questionários pré-atividade de metodologia ativa de aprendizagem sobre solos, a Rotação por Estações. A Figura 14 começa a ilustrar a análise das respostas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14. Gráfico do questionário, utilizando-se do programa Canva.

A pergunta número 1: "Os solos são importantes para nós?". Obteve-se 27 respostas "Sim" e 0 "Não" (Figura 14). Essa pergunta buscava: examinar a percepção dos alunos em relação a compreensão sobre o conceito de solos e sua interface com paisagens naturais e humanizadas.

A pergunta número 2: “Os solos são todos iguais?”. Obteve-se 3 respostas “Sim” e 24 respostas “Não” (Figura 14). Essa pergunta buscava: analisar se os alunos conseguem distinguir os diferentes tipos de solos existentes, em diferentes escalas e paisagens.

A pergunta número 3: “Na nossa escola (e próxima a ela) há solos?”. Obteve-se 26 respostas “Sim” e 1 resposta “Não” (Figura 14). Essa pergunta buscava: aferir a percepção dos estudantes sobre estarem inseridos no Alto da Boa Vista, em paisagens com predominância de solos e cobertura vegetal.

A pergunta número 4: “Os solos podem ser utilizados para atividades artísticas?”. Obteve-se 26 respostas “Sim” e 1 resposta “Não” (Figura 14). Essa pergunta buscava: investigar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da relação entre solos e arte.

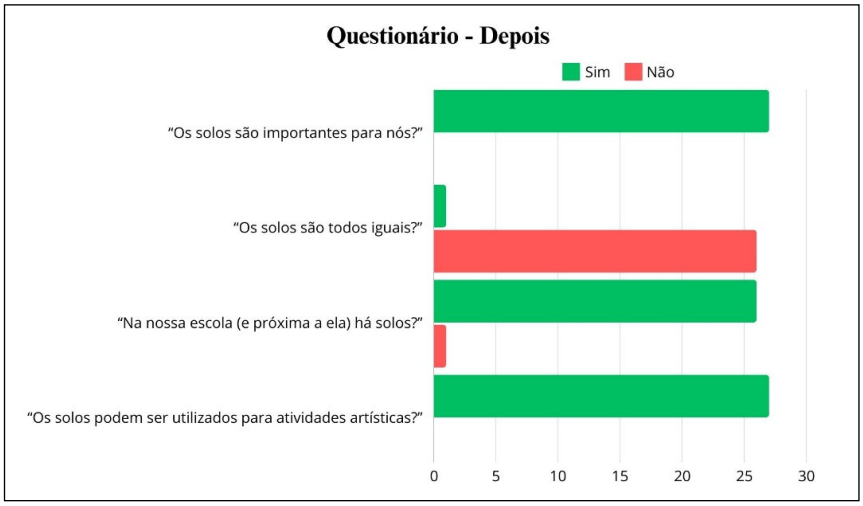
A pergunta número 5 buscava compreender a opinião dos alunos acerca de questões metodológicas praticadas no Ensino Básico. Tendo como repertório toda a experiência escolar que vivenciaram até chegarem ao sexto ano. Foi perguntado a cada um dos alunos: “Como você aprende melhor?”. A pergunta era fechada e possuía duas opções de resposta. A primeira opção: “Com aulas no quadro, na sala de aula” e a segunda opção: “Com aulas ao ar livre e práticas”. Como respostas, obtivemos que: 10 alunos marcaram “Com aulas no quadro, na sala de aula” e 17 alunos marcaram a opção “Com aulas ao ar livre e práticas” (Figura 15), demonstrando a importância da utilização de metodologias diversificadas no ensino, das experiências práticas e da utilização de outros espaços no interior das unidades escolares.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15. Gráfico do questionário, utilizando-se do programa Canva.

Após a atividade de Rotação por Estações, as cinco primeiras perguntas foram refeitas, com o mesmo enunciado e com as mesmas opções de respostas. Os resultados foram os seguintes (Figura 16):

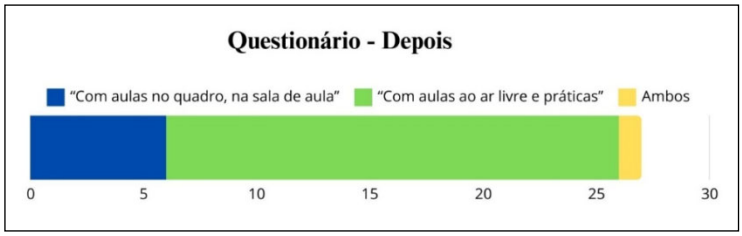


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 16. Gráfico do questionário, utilizando-se do programa Canva.

Na pergunta número 1: "Os solos são importantes para nós?". Obteve-se 27 respostas "Sim" - a totalidade das respostas (Figura 16). Na pergunta número 2: "Os solos são todos iguais?". Obteve-se 1 resposta "Sim" e 26 respostas "Não" (Figura 16). Na pergunta número 3: "Na nossa escola (e próxima a ela) há solos?". Obteve-se 26 respostas "Sim" e 1 "Não" (Figura 16). E por fim, na pergunta número 4: "Os solos podem ser utilizados para atividades artísticas?". Obteve-se 27 respostas "Sim" - a totalidade das respostas (Figura 16).

Sobre a pergunta cinco, 20 alunos sinalizaram que aprendem melhor "Com aulas ao ar livre e práticas", enquanto 6 marcaram que preferem "Com aulas no quadro, na sala de aula" e 1 marcou as duas opções (Figura 17). Apesar da resposta ser fechada, um aluno não correspondeu ao critério, entretanto, consideramos que seria válido ser mencionada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 17. Gráfico do questionário, utilizando-se do programa Canva.

Quatro novas perguntas foram acrescentadas no questionário pós-atividade, sendo duas delas abertas – permitindo a possibilidade de uma variabilidade maior de respostas às questões levantadas.

A primeira delas, a questão 6, "Você considera que aprendeu melhor a partir da atividade com estações?" obteve 100 % das respostas como **sim**. Os alunos consideraram que esta metodologia foi eficaz para suas aprendizagens.

A questão 7 pedia para que os alunos marcassem uma única opção sobre qual estação o aluno teria aprendido mais; 17 alunos marcaram uma única opção, conforme solicitado. Enquanto 47% deles considerou que aprendeu mais com a estação A "**Identificação de solos a partir das cores**", seguido por 29% das respostas sobre as maiores aprendizagens na estação B: "**Pintando com Solos**".

A primeira questão aberta do questionário - a pergunta 8 – buscava compreender o motivo dos alunos terem destacado a estação que marcaram na pergunta fechada (questão número 7). Sendo assim, selecionamos trechos das respostas de alguns estudantes:

João Emanoel destacou as estações "Coleta de Amostras" e "A", pois "eu aprendi muito sobre solos". Já Willian escolheu a estação "A" pois "foi legal tentar descobrir qual era o solo" e Joana escolheu a mesma estação e conclui que "eu aprendi mais sobre as cores dos solos". Kauã justificou sua escolha pela estação "A" desta forma: "Porque podíamos ver o solo, os granitos e podíamos dar ideias escrevendo".

Maria Alice optou pelas estações "A" e "B". E sua justificativa foi a seguinte: "Pois podemos soltar a nossa criatividade e trabalhar com o solo". A estudante Emanuelly elegeu a estação B "porque a gente transforma solo em arte". Thalia também destacou a estação "B" e, em suas palavras, "porque ela te ensina a não gastar dinheiro à toa comprando tinta, você pode fazer sua própria tinta". Henrique também destaca a mesma estação: "A estação que mais gostei foi a **pintando com solos,** porque eu aprendi bastante e desenhei uma coisa que eu gosto muito de fazer". Miguel destacou as estações "B" e "D" – "Pintando com solos" e "Solos e arte". Segundo Miguel, as destacou porque "adoro pintar solos e arte, e a forma como as pesquisadoras apresentaram as estações foi bem interessante".

Johander elegeu as estações "A" e "C". Em suas palavras, justificou estas estações pois: "Eu achei bom o vídeo, eu vi como é o solo. Eu vi que as cores dos solos são diferentes". Grazielly justifica a escolha pelas estações "A" e "B" a partir de um viés metodológico: "Porque foi uma coisa diferente, prática e legal".

Para Arthur Gabriel a escolha pela estação "B" também possui uma interface com a busca de novas formas de ensinar, partindo de uma outra localização para a realização da atividade. Em suas palavras ele gostou porque a atividade foi ao ar livre.

Para finalizar a apresentação de alguns relatos, o aluno Jhonny considerou todas as estações, pois avalia que aprendeu mais com essas atividades.

Além disso, cabe ressaltar que os alunos da turma de sexto ano confeccionaram belos trabalhos, a partir de tinta feita com solos – alguns deles abordando temas da biodiversidade e outros da geodiversidade, ainda que não tenha sido instruída nenhuma orientação a respeito da temática que deveriam retratar na pintura com solos. Isso demonstra o quanto estes conceitos e estas vivências estão presentes em seus cotidianos – e se relacionam com suas vidas. A figura 18 ilustra o mural que foi montado, a partir de pinturas dos alunos com solos:



Fonte: Luana Nobrega Peres.

Figura 18. Pinturas elaboradas pelos alunos a partir de solos.

Discussão dos resultados

As análises qualitativas revelaram os impactos, individualizados, do ensino de solos a partir da metodologia ativa eleita. Nos questionários, a grande maioria dos alunos, por mais que não verbalizassem com vocabulário específico que as aulas teóricas – naquele formato tradicional habitual – já não são mais capazes de captar a atenção deles, por um longo período e de gerar aprendizagens significativas, é possível perceber com a análise das respostas que uma grande quantidade de alunos, preferiu a opção "Com aulas ao ar livre e práticas". Tal informação demonstra indícios da necessidade de mudanças metodológicas para esta turma e para a educação de uma forma geral.

Percebe-se que o aumento da escolha por aulas ao ar livre e práticas explicita que a grande maioria dos alunos tendem a aprender melhor dessa forma, além também de demonstrar que os estudantes podem mudar de opinião e perceberem novas maneiras de aprender à medida que são ofertadas novas opções de modalidades de aulas.

Para além disso, os alunos registraram respostas coerentes e, durante o percurso entre as estações, fizeram boas observações e responderam questões de forma surpreendente – é importante ressaltar o caso do aluno João Emanoel que afirmou que o saco plástico disponível na estação inicial era para "**coletar amostras de solos"** – vocabulário que não havíamos apresentado para a turma até o momento.

Deve-se pontuar também, que de maneira geral, a atividade foi muito bem aceita por toda a turma; nenhum estudante se negou e/ou buscou formas de não participar das atividades propostas durante a aula prática, de 1 hora e 15 minutos de duração, e mesmo ao terminar a rotação no horário previsto com o sinal do recreio sendo acionado, a grande maioria dos alunos queria continuar

realizando a atividade – o que é raro em ambiente escolar. Este dado é de extremo interesse para àqueles que buscam observar o potencial da aprendizagem ativa: desde que as metodologias façam sentido para os alunos, despertem sua curiosidade e desenvolvam suas habilidades, são capazes de estimular a concentração e a vontade de prolongar estas experiências.

Diversos alunos estavam empolgados com a ideia de uma atividade fora de sala, visto que foge da normalidade do ensino tradicional, já bem conhecida por eles. Compreende-se, portanto, que a mudança de paradigmas no ensino pode se iniciar dessa maneira: metodologias tradicionais de ensino aliadas concomitantemente com as metodologias ativas de aprendizagem.

Conclusões

Abordagens que contemplem o Aquecimento Global, suas consequências atuais e futuras – através de projeções de cenários com diferentes mensurações, quanto a graus de aumento de temperatura global - precisam ser realizadas desde o Ensino Básico, especialmente em escolas públicas.

Sabe-se que populações de diferentes classes sociais são impactadas por riscos socioambientais. Porém, a capacidade de lidar com esses riscos é diferente. Os mais pobres estão sendo e continuarão como os mais impactados – especialmente por residirem em áreas mais propensas a sofrer impactos associados a eventos extremos.

O ensino de solos é um tema essencial para ser debatido nas escolas, visto que ao estimular desde o Ensino Básico, em escolas situadas em ambiente rural ou urbano, a importância e a conservação deles, acaba por incentivar a preservação desse recurso, tão essencial para a vida como um todo – além de debater os riscos socioambientais inerentes às paisagens geográficas.

Visando esse objetivo, o ensino de solos no Brasil precisa passar por reformulações já pontudas anteriormente: é necessário que os professores de Ensino Básico tenham acesso a formações continuadas, que haja incremento na publicação de materiais sobre ensino de solos, que as escolas invistam mais em atividades de campo e que haja mais aulas práticas nas instituições de ensino.

Além disso, as aulas tradicionais precisam ser reformuladas. O ensino apenas teórico e passivo não estimula a reflexão crítica dos estudantes, nem a reflexão acerca dos fenômenos estudados. Por isso, defende-se que a utilização de metodologias ativas de aprendizagem – como a **Rotação por Estações** – é importante para criar experiências de ensino-aprendizagem e estimular os estudantes a assumir a responsabilidade pela busca e construção do próprio conhecimento, desde o Ensino Básico, além de propiciar a reflexão e ação frente às problemáticas nas quais estão inseridos.

Por fim, o Laboratório de Geodiversidade continua sua atuação na Escola Municipal Marc Ferrez, partindo de atividades teóricas e práticas, planejadas a partir de metodologias ativas de aprendizagem – inicialmente com alunos do sexto ano - mas com possibilidades de ampliação para as demais séries do Ensino Fundamental II, inclusive através de parcerias com outras instituições que trabalham com elementos da geodiversidade.

Referências

ADAMS, C; MONTAG, D. **Soil Culture** – Bringing the Arts down to Earth. Centre for Contemporary Artsand the Natural World, Reino Unido, 120p, 2015.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido:** Personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

BRAGA, R. Apresentação. In: CAMARGO, F.; DAROS, T. **A Sala de Aula Inovadora: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.

CAPECHE, Claudio Lucas. **Educação ambiental tendo o solo como material didático:** pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo_escola/tinta_de_solo.pdf>. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

CARDOSO, C. e SILVA, M.S. (Orgs.). **A Geografia Física:** Teoria e Prática no Ensino de Geografia. Curitiba: Appris, 2018.

DINIZ DOS SANTOS, I.; OLIVEIRA JORGE, M. do C.; TEIXEIRA GUERRA, A. J.; DA PAIXÃO MARQUES FILHO, J. (2024). Solo na Educação Básica: proposta voltada ao ensino significativo no contexto da pedologia na Geografia Escolar. **Revista Ciência Geográfica**, 28(1), 62–83. https://doi.org/10.18817/26755122.28.1.2024.3629

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, DF. 2018.

GUERRA, A.J.T. Degradação dos solos: Conceitos e temas. In: GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O (Orgs.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2014.

JORGE, M. do C. O. **Solos:** conhecendo sua história. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

JORGE, M. do C. O. **Solos:** conhecendo sua história. Caderno de Atividades. São Paulo: Oficina de Textos, 2024.

LADEIRA, F. S. B. Solos do passado: origem e identificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1773–1786, nov. 2010.

NOBREGA, L. P. R. **Construindo aprendizagens no ensino de solos a partir de metodologias ativas**. Dissertação (Mestrado em Geografia), PPGGEO/UFRRJ. 2022. 102p.

OLIVEIRA, J. G. R. de; RIBEIRO, L. de O. **Dobraduras de perfis de solos do Brasil**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024.

PEREIRA, L. dos S; RODRIGUES, A. L. A importância de serem compreendidos os solos, seus usos e sua conservação na prevenção dos riscos socioambientais. In: CARDOSO, C.; SILVA, M.S; GUERRA, A.J.T. (Orgs.) **Geografia e os Riscos Socioambientais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

STRECKENBACH, U. **Vamos falar sobre solos**. Let's Talk About Soil (Portuguese). YouTube,2014.Disponívelem:<https://www.youtube.com/watch?v=e8uqY0Aqcf0&t=1s>. Acesso em: 17/09/24.

3

A contribuição do conhecimento indígena e tradicional para o aprimoramento e desenvolvimento da política e da Ciência e Tecnologia para a gestão e redução do risco de desastres



PREVENÇÃO DE DESASTRES E SONHOS PARA ADIAR O FIM DO MUNDO

DISASTER PREVENTION AND DREAMS TO POSTPONE THE END OF THE WORLD

PREVENCIÓN DE DESASTRES Y SUEÑOS PARA POSPONER EL FIN DEL MUNDO

PRÉVENTION DES CATASTROPHES ET RÊVES DE REPORTER LA FIN DU MONDE

Luciana R. Londe[1]

1 Bióloga, Mestre em Engenharia Agrícola, Doutora em Sensoriamento Remoto, Pesquisadora do Cemaden – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6494-0486. E-mail: luciana.londe@cemaden.gov.br.

Agradecimentos: Ao CNPq pelo apoio através do Projeto Universal 406040/2023-0.

Introdução

> Na maioria do tempo, as pessoas mal respiram ou têm consciência do que põem na boca para comer. Apenas quando há um desastre, os indivíduos, desplugados das fontes de suprimentos, começam a sofrer e se questionar. Quem sobrevive a uma grande catástrofe costuma pensar em mudar de vida porque teve uma breve experiência do que é, de fato, estar vivo. Existem muitos povos vivendo situações de perdas, de catástrofe, de guerra. Ouvir sobre como essas pessoas agem para sair de um trauma profundo, olhar ao redor de si e recomeçar sua jornada nisso que chamamos "seguir vivendo", pode ser instrutivo, mas não substitui a experiência (Krenak, 2020, p. 106-107).

A vida em nosso planeta é resultado de um equilíbrio delicado entre movimentações de massas de ar e de água, interações com a radiação eletromagnética do sol, movimentações gravitacionais, rotacionais e translacionais. A distância entre o nosso planeta e o sol nos proporciona uma temperatura que não é tão fria, a ponto de toda a água estar congelada, nem tão quente, de forma que toda a água se transforme em vapor.

No planeta Vênus há aproximadamente a mesma quantidade de CO_2 da Terra, porém em Vênus todo o CO_2 está na atmosfera. Na Terra, parte deste CO_2 está no corpo dos seres vivos e no interior da crosta terrestre, contribuindo para que nossa atmosfera seja favorável à vida humana. A posição de nosso planeta no sistema solar, junto a características de composição de gases e minerais, torna possíveis os ciclos biogeoquímicos. O ciclo da água funciona de forma que as dinâmicas de evaporação, condensação e precipitação atuem nas chuvas, no armazenamento de água nos oceanos, nas geleiras e de forma subterrânea, fornecendo água doce nos ambientes terrestres. Além do ciclo da água, há outros, como do carbono, oxigênio e nitrogênio. A estabilidade dos fluxos dos principais elementos químicos entre oceanos, atmosfera e geosfera mantêm a Terra habitável pelos seres humanos (Kemeny *et al.*, 2024).

O planeta Terra existe há aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Os primeiros seres vivos surgiram no planeta por volta de 3,8 bilhões de anos atrás, os seres humanos há aproximadamente 2 milhões de anos e o *Homo sapiens* há aproximadamente 300 mil anos. Se comparássemos o tempo de existência do planeta ao período de 1 ano, no momento zero aconteceria o início do planeta e no dia 31 de dezembro às 23 horas e cinquenta e nove minutos surgiriam os seres humanos (Bregman, 2020). Apesar de a presença humana na Terra ser recente, em termos geológicos, este período de existência foi suficiente para que ocorressem grandes modificações não naturais: emissões de gases de efeito estufa, contaminação de água e solo, desflorestamento, incêndios florestais. O equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos - eficiente, porém delicado - é ameaçado por tantas interferências humanas. O último relatório do IPCC – Painel Intergovernamental

sobre mudanças climáticas – aponta que os esforços em tecnologias de baixo carbono ainda são dispersos e ignoram algumas comunidades vulneráveis (IPCC, 2023). Neste cenário, há projeções de intensificação de secas, inundações, ondas de calor, tempestades e deslizamentos de terra. Estes eventos também devem acontecer com mais frequência.

A susceptibilidade física decorrente da exploração dos recursos naturais, em conjunto com processos de vulnerabilização e diminuição das capacidades de proteção e de mitigação de riscos, motivam a produção social dos desastres e a sua intensificação.

A partir das palavras de Ailton Krenak, apresento um ensaio sobre possíveis aproximações entre o conhecimento indígena e tradicional, os estudos científicos e a redução de riscos e desastres.

Suspender o céu

> Suspender o céu é ampliar os horizontes de todos, não só dos humanos. Trata-se de uma memória, uma herança cultural do tempo em que nossos ancestrais estavam tão harmonizados com o ritmo da natureza que só precisavam trabalhar algumas horas do dia para proverem tudo que era preciso para viver. Em todo resto do tempo você poderia cantar, dançar, sonhar: o cotidiano era uma extensão do sonho (Krenak, 2020, p. 46).

O modo como têm se desenvolvido as relações de trabalho, a necessidade de produzir mais do que o necessário para a sobrevivência e a cultura de acumular objetos são fatores de impacto não apenas para o ambiente, mas para os próprios seres humanos, atingidos por desemprego, pobreza, subsistência, desigualdade. Nossas relações de trabalho e produção, atreladas ao capitalismo, são marcadas pela mercantilização dos recursos naturais e da força de trabalho (Ianni, 1982).

A busca pelo crescimento econômico, muitas vezes confundido com desenvolvimento, se atrela ao crescimento populacional, ao adensamento das cidades, às mudanças globais e à rápida urbanização, deixando à margem deste percurso as demandas sociais, uma visão integrada das dimensões de sustentabilidade e o respeito aos limites ecossistêmicos, à justiça social e à viabilidade econômica (Jacobi; Giatti, 2015).

Nesta relação historicamente produzida, pessoas de maior renda têm mais condições de morar em locais seguros, enquanto a população de baixa renda se vê forçada a ocupar os lugares de baixo valor, que muitas vezes coincidem com áreas de risco de desastres. Jacobi (1995) verificou que as regiões mais privilegiadas de São Paulo não são afetadas por enchentes, enquanto grupos de baixa renda enfrentam vários problemas urbanos, incluindo os riscos de desastres.

Zagefka *et al.* (2011) verificaram que as pessoas fazem mais doações quando o desastre é considerado natural em vez de antropogênico, o que aponta que ainda é forte

o imaginário social sobre "efeitos da natureza", sobre os quais as pessoas imaginam ter pouco controle e aos quais não atribuem responsabilidades humanas.

Para os grupos sociais que enfrentam pobreza, desamparo social e situações socioambientais precárias, é comum a expectativa, por parte da sociedade, de que sejam "resilientes" após a ocorrência de um desastre. A palavra "resiliência" tornou-se um termo corriqueiro nas publicações sobre desastres. O termo, originário dos estudos de resistência dos materiais, é empregado para descrever situações em que uma comunidade, sociedade ou sistema consegue recuperar-se de um impacto e retomar suas funções e estruturas básicas através de gerenciamento do risco (UNDRR, 2024).

A palavra resiliência, além de multidisciplinar, tem ultrapassado os contextos acadêmicos, sendo empregada em políticas públicas, marcos internacionais e até mesmo em mídias sociais, como *Instagram* e *TikTok*. Nas publicações em mídias sociais, os usos mais populares do termo ocorrem em contextos motivacionais e/ou de psicologia, fazendo menção à capacidade humana de recuperar-se de traumas ou impactos emocionais.

É usado com frequência o exemplo de uma mola, que pode ser esticada e em seguida retorna ao seu estado prévio. Um aspecto menos discutido, porém, é a impossibilidade de resiliência frente a impactos grandes. No caso da mola, por exemplo, há uma força máxima que ela consegue suportar. Forças superiores a este valor máximo simplesmente deformam a mola e ela perde sua capacidade de voltar ao estado anterior.

No desastre de Haiti em 2010 houve centenas de milhares de mortos e milhões de desabrigados, em um ambiente com infraestrutura urbana completamente destruída. Além das perdas humanas, as consequências incluíram migrações forçadas, o aumento da pobreza e da desigualdade social e econômica, agravamento da insegurança alimentar, epidemias e diminuição da capacidade de enfrentar novos desastres. A resiliência, neste caso, é difícil de alcançar.

No Brasil, nos rompimentos de barragens em Brumadinho, em 2019 e Mariana, em 2015, pessoas, casas e plantações ficaram cobertas por lama. A lama da barragem de Mariana atingiu o Rio Doce até a sua foz no Oceano Atlântico, causando imensos danos ambientais. Pessoas da região perderam familiares, moradias e também seus empregos. Algumas pessoas afetadas ainda aguardam, em 2024, pela reparação de suas perdas. A resiliência também está longe do alcance destas pessoas.

Na inundação em São Luís do Paraitinga, também no Brasil, a principal igreja precisou ser reconstruída. Houve perda de fotos, registros sobre a população, objetos da cultura popular. Os danos ao patrimônio histórico também são como a mola esticada demais: é impossível recuperar objetos cujo valor é imaterial.

No final de abril e início de maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, foi afetado por inundações e deslizamentos de terra em sérias proporções, atingindo vários municípios ao mesmo tempo. O aeroporto de Porto Alegre foi inundado, dificultando o deslocamento de pessoas e o envio de doações. Interessantemente, alguns anos antes

Porto Alegre fez parte da lista de 100 cidades resilientes, escolhidas pela *Rockfeller Foundation*[2] para receber suporte para lidar com estresses urbanos. Stefano *et al.* (2017) usaram Porto Alegre como estudo de caso sobre o aumento da resiliência em cidades, encontrando muitos pontos fortes e positivos quanto à resiliência urbana. Ainda assim, após o desastre de 2024 a resiliência parece difícil de alcançar.

Em alguns desastres, sabemos que as perdas e danos são grandes demais para conseguir uma recuperação. Após o rompimento das barragens em Mariana, cinco vítimas brasileiras foram à Austrália e entregaram garrafinhas contendo um líquido marrom ao presidente do conselho da BHP Billiton, a empresa responsável pela operação da barragem. Falaram ao microfone e contestaram as explicações da empresa sobre a reparação de danos. Uma das vítimas, Simone Silva, conseguiu ser nomeada secretária municipal de desenvolvimento econômico de Barra Longa e atualmente discute a reparação de danos com representantes das mineradoras (https://piaui.folha.uol.com.br/de-vitimas-ativistas/).

Na física há uma força restauradora que é diferente de reação à ação. Pode haver um movimento plástico em que o sistema se deforma, porém cria um novo equilíbrio, diferente do inicial. "Devemos vislumbrar a substituição da ideia fixa de crescimento por um complexo capaz de englobar diversos crescimentos, diversos decrescimentos e diversas estabilizações" (Jacobi; Giatti, 2015, p. 1).

O suposto "retorno a uma situação de equilíbrio" se mostra irreal e muitas vezes o próprio ambiente é insustentável. Não se consegue reconstruir a menos que se pense em sustentabilidade. Como transformar o sistema sem voltar para a situação insustentável?

Desastres e sustentabilidade

> Aquela orientação de pisar suavemente na terra de forma que, pouco depois de nossa passagem, não seja mais possível rastrear nossas pegadas, está se tornando impossível: nossas marcas estão ficando cada vez mais profundas. E cada movimento que um de nós faz, todos fazemos. Foi-se a ideia de que cada um deixa sua pegada individual no mundo; quando eu piso no chão, não é o meu rastro que fica, é o nosso. E é o rastro de uma humanidade desorientada, pisando fundo (Krenak, 2020, p.96).

A capacidade de pisar suavemente e apagar nossas pegadas faz correspondência, em linguagem acadêmica, com a sustentabilidade e a saúde planetária.

Estas macros visões – sustentabilidade e saúde planetária – propõem uma nova forma mais integrada e interdisciplinar de compreender o planeta e se contrapõem ao *modus operandi* da ciência do século passado, marcada pela segmentação e categorização de temas de estudo, em que cada especialista dominava uma pequena área de conhecimento com detalhes. Nas últimas décadas, os cientistas têm percebido a necessidade de integrar estes conhecimentos.

Um dos exemplos desta necessidade de integração é a Saúde Planetária: "Um conceito baseado na compreensão de que a saúde humana e a civilização humana dependem da saúde dos ecossistemas e da gestão sábia dos ecossistemas" (IPCC, 2023). A saúde planetária apresenta a tentativa de compreender o conjunto de várias áreas do conhecimento, como saúde ambiental, ecologia, medicina veterinária, saúde pública, medicina humana, microbiologia, saúde econômica, considerando os níveis individuais, de populações e de ecossistemas.

A saúde planetária encontra muitas convergências com os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), propostos pela ONU, incluindo as relações entre saúde humana e redução da pobreza, erradicação da fome e fornecimento de água potável e saneamento, saúde ambiental e energia limpa e acessível, entre vários outros.

A redução de riscos e desastres, assim como a saúde planetária, também está atrelada à promoção da sustentabilidade, considerando que um ambiente menos agredido representará menos riscos e que pessoas sem fome, com educação e emprego digno, estarão mais preparadas para tomar atitudes de prevenção.

Povos indígenas podem compreender com outros olhares os ODS estabelecidos pela ONU. Virtanen, Siragusa e Guttorm (2020) propuseram analisar como a sustentabilidade é experienciada, imaginada e praticada entre povos indígenas. De acordo com estes autores, a sustentabilidade entre os indígenas é produzida contextualmente, localmente e baseada nas experiências de muitas gerações (Virtanen; Siragusa; Guttorm, 2020). As noções indígenas de sustentabilidade desafiam as ideias ocidentais dominantes referentes a personalidade, agência e propriedade (Fernández-Llamazares; Virtanen, 2020; Vásquez-Fernández; Ahenakew, 2020) e apontam para a ideia da existência humana de forma coletiva, em relações dinâmicas com seres humanos e não-humanos. As estruturas de governança lidam com interações humanos-ambiente e não apenas relações humanos-humanos. Em várias comunidades indígenas, devido a ideias de ancestralidade, alguns animais e plantas são compreendidos com relações de parentesco e estas relações são integradas à governança e ao desenvolvimento de novas atividades econômicas (Virtanen, Siragusa; Guttorm, 2020).

Os ensinamentos indígenas colocam no centro de seus aprendizados as conexões de humanos com outros seres, como na saúde planetária. Durante o IX Festival literário de Araxá – FliAraxá[3] – os escritores Ailton Krenak, indígena brasileiro, e Mia Couto, moçambicano, conversaram com mediador Afonso Borges sobre o tema "O futuro das Almas e do Planeta". Esta mesa redonda aconteceu no formato online, em 2020, quando havia altos números de infecções e mortes causados pela Covid-19. Mia Couto relatou que os curandeiros de Moçambique, ao tomar conhecimento desta nova doença, disseram que seus antepassados não conheceram esta doença e que era preciso aprender a língua do vírus, porque queriam conversar com ele. De acordo com Mia Couto, os povos de Moçambique não separam cultura, sociedade e natureza. "Os homens se colocam no lugar central e concebem a ideia de natureza como uma coisa externa ao nosso corpo. Os outros seres não têm o nosso convencimento"[4].

Tecnicismo, negacionismo e enfrentamento de riscos

> Estamos viciados em modernidade. A maior parte das invenções é uma tentativa de nós, humanos, nos projetarmos em matéria para além de nossos corpos. Isso nos dá sensação de poder, de permanência, a ilusão de que vamos continuar existindo. A modernidade tem esses artifícios. A ideia da fotografia, por exemplo, que não é tão recente: projetar uma imagem para além daquele instante em que você está vivo é uma coisa fantástica. (...) Estamos a tal ponto dopados por essa realidade nefasta de consumo e entretenimento que nos desconectamos do organismo vivo da Terra. Com todas as evidências, as geleiras derretendo, os oceanos cheios de lixo, as listas de espécies em extinção aumentando, será que a única maneira de mostrar para os negacionistas que a Terra é um organismo vivo é esquartejá-la? Picá-la em pedaços e mostrar: "Olha, ela é viva"? (Krenak, 2020, p. 17-18).

Existem várias imagens do planeta Terra, a partir de satélites e/ou estações espaciais. Algumas destas imagens mostram o planeta inteiro, como a famosa fotografia "Blue Marble", de 1972, feita pela tripulação da Missão Apollo 17, a uma distância de aproximadamente 45000 Km. Outras inúmeras imagens mostram o planeta digitalmente "picado em pedaços", de acordo com as características de aquisição de imagem definidas para cada satélite. Estas imagens, cuja resolução espacial pode variar de escala continental à escala fina de um bairro de uma cidade, de acordo com a finalidade para a qual o satélite foi construído, possibilitam os estudos de tempo e clima, de uso e ocupação do solo, de desflorestamentos e incêndios, entre tantos outros.

Em 2024, ano da redação deste capítulo, há muitos grupos, *sites* e perfis de mídias sociais dedicados a questionar a veracidade destas imagens, o formato do planeta[5], as forças gravitacionais. Na tentativa de se distanciar destas interpretações, alguns cientistas assumem uma postura tecnicista, na qual atribuem mais importância (ou única importância) às descobertas e afirmações baseadas em medidas de aparelhos sofisticados, modelos matemáticos e computacionais, ou experiências feitas em laboratórios. Apesar da inegável contribuição dos aparatos tecnológicos para a produção de conhecimento, em alguns estudos faz falta a consideração de aspectos sociais.

Valencio (2014) aponta que a lei 12.608/2012, que instituiu o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, privilegia a tecnociência, na qual o monitoramento de condições geológicas, hidrológicas e atmosféricas é entendido como um sistema de monitoramento de desastres, desconsiderando a análise dos contextos sociais que provocam a vulnerabilização socioambiental.

> A desimportância atribuída à produção e análise de informações que inter-relacionam a dimensão do corpo, da família, da rede primária, da casa e do lugar de vivência faz com que esse conjunto não influa no core da política e do conhecimento científico (Valencio, 2014, p. 3636).

Sulaiman e Aledo (2016) discutem a tendência das práticas brasileiras de valorizar o conhecimento técnico-científico sobre desastres, em detrimento do conhecimento local. De acordo com estes autores, nas práticas de redução de riscos e desastres nós temos feito gestão da informação, quando deveríamos fazer gestão do conhecimento.

Precisamos resgatar o "papel transformador da educação" (Sulaiman; Aledo, 2016, p. 15) em que a informação é analisada, questionada, discutida. No entendimento crítico da informação, podemos avançar na ambição de co-produzir e gerir conhecimento.

Os sonhos

> Sonhar é uma prática que pode ser entendida como regime cultural em que, de manhã cedo, as pessoas contam o sonho que tiveram. Não como uma atividade pública, mas de caráter íntimo. Você não conta seu sonho em uma praça, mas para as pessoas com quem tem uma relação. O que sugere também que o sonho é um lugar de veiculação de afetos. Afetos no vasto sentido da palavra: não falo apenas de sua mãe e seus irmãos, mas também de como o sonho afeta o mundo sensível; de como o ato de contá-los é trazer conexões do mundo dos sonhos para o amanhecer, apresentá-los aos seus convivas e transformar isso, na hora, em matéria intangível (Krenak, 2020, p. 38-37).

Os sonhos, de acordo com Krenak (2020), são uma maneira de gerir ideias, co-produzir conhecimento e materializar estas ideias de forma coletiva e participativa. Nas atividades científicas, um exemplo de sonho pode ser a substituição da abordagem usual sobre a "contribuição" indígena e tradicional pela palavra "colaboração", pois colaborar é trabalhar junto, em igualdade, demonstrando mais predisposição para uma escuta ativa e respeitosa, em que todas as ideias são consideradas.

Nos estudos de desastres, a co-produção de conhecimento aos poucos tem ganhado espaço através de metodologias participativas e colaborativas. Nunes e Freitas (2020) apontam que a participação popular eleva o potencial de resposta e reação dos grupos afetados pelos desastres, aumentando, inclusive, os níveis de resiliência dessas comunidades. A importância de abordagens participativas faz parte das recomendações da UNDRR (Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos e Desastres) e é abordada por várias pesquisas internacionais (Lange *et al.*, 2021; Balsas, 2019; Forrester 1999; Webler; Renn, 1995), porém as palavras "participativo" e "colaborativo"

são frequentemente usadas em contexto nos quais os participantes são guiados para compreender um problema da mesma forma que os pesquisadores entendem (Marchezini; Wisner, 2017). O diálogo depende de condições históricas e do nível em que o oprimido percebe a realidade (Freire, 1995). Marchezini e Wisner (2017) buscam na Pedagogia do Oprimido, de Paulo Freire, a energia que falta, de acordo com os autores, na expressão "Community consultation" (consulta comunitária), que chamam de "palavras cansadas da UNISDR"[6] (Marchezini; Wisner, 2017, p. 88).

Há um avanço das discussões sobre formas de abordagem e envolvimento de pessoas não-acadêmicas em trabalhos científicos, mas ainda são poucas as produções e co-produções de conhecimento específicas sobre gestão de riscos e desastres com participação de povos indígenas e tradicionais.

O silêncio e os estudos decoloniais

> Acontece que a mudança do clima no planeta não deixa ninguém de fora, então, mesmo que tardiamente, está sendo despertada uma consciência de que os povos originários, em diferentes lugares do mundo, ainda guardam vivências preciosas que podem ser compartilhadas - eles também estão ameaçados. O que nos resta é viver as experiências, tanto a dos desastres quanto a do silêncio. Às vezes nós até queremos viver a experiência do silêncio, mas não a do desastre, pois é muito dolorosa (Krenak, 2020, p. 116).

Assim como Krenak descreve sua experiência do silêncio, Grada Kilomba, artista, escritora e acadêmica negra, narra uma "longa história de silêncio imposto" (Kilomba, 2019, p. 27). Kilomba descreve um instrumento colonial usado para silenciar a voz dos escravizados:

> uma máscara "composta por um pedaço de metal colocado no interior da boca do sujeito negro, instalado entre a língua e o maxilar e fixado por detrás da cabeça por duas cordas, uma em torno do queixo e a outra em torno do nariz e da testa. Oficialmente, a máscara era usada pelos senhores brancos para evitar que africanas/os escravizadas/os comessem cana-de-açúcar ou cacau enquanto trabalhavam nas plantações, mas sua principal função era implementar um senso de mudez e de medo, visto que a boca era um lugar de silenciamento e de tortura. Neste sentido, a máscara representa o colonialismo como um todo (Kilomba, 2019, p. 33).

A simbologia da máscara, descrita por Grada Kilomba, aponta para as vozes que têm sido prioritariamente ouvidas e que podem ser descritas de várias maneiras, como eurocêntricas, brancas, do Norte global. As produções científicas das vozes que contam a história determinam também o modo como nosso conhecimento é moldado:

> uma sociedade que vive na negação, ou até mesmo na glorificação da história colonial, não permite que novas linguagens sejam criadas. Nem permite que seja a responsabilização, e não a moral, a criar novas configurações de poder e de conhecimento. Só quando se reconfiguram as estruturas de poder é que as muitas identidades marginalizadas podem também, finalmente, reconfigurar a noção de conhecimento: Quem sabe? Quem pode saber? Saber o quê? E o saber de quem? (Kilomba, 2019, p. 13).

Nossa história colonial de silenciamento de negros e povos tradicionais pode "ser interrompida, apropriada e transformada através da prática artística e literária (hooks[7], 1990, p. 152, *apud* Kilomba, 2019, p. 27). Em nossa conscientização decolonial, povos tradicionais começam a escrever/descrever sua própria história em vez de serem descritos (Kilomba, 2019, p. 28):

> escrever é um ato de descolonização no qual quem escreve se opõe a posições coloniais tornando-se a/o escritora/escritor "validada/o" e legitimada/o e, ao reinventar a si mesma/o, nomeia uma realidade que fora nomeada erroneamente ou sequer fora nomeada (Kilomba, 2019, p. 28).

A separação entre "nós" e "outros" (brancos e negros, ou brancos e racializados, ou colonizadores e escravizados), mencionada nos estudos decoloniais (de La Cadena, 2019; Kilomba, 2019; Fanon, 1967), é um fator excludente e hierárquico, que a partir de falas contracoloniais começa a ser questionado:

> Quando nós falamos tagarelando
> E escrevemos mal ortografado
> Quando nós cantamos desafinando
> E dançamos descompassados
> Quando nós pintamos borrando
> E desenhamos enviesado
> Não é porque estamos errando
> É porque não fomos colonizados
> (Santos, 2021, n.p.).

> O exercício de descolonizar o pensamento gira em torno desse gesto de termos certa desconfiança em relação àquilo que nos ensinaram que era justo e correto porque era em nome do amor e do bem (Núñez, 2023).

Geni Núñez, escritora e psicóloga indígena, menciona que, no século XVI, os padres jesuítas consideravam manifestações de santos católicos como "aparições verdadeiras" e manifestações de outros seres e divindades indígenas como "aparições falsas" (Núñez, 2023). A autora explica que a cultura indígena não tem o propósito de converter ou convencer sobre suas práticas espirituais:

> Nós, como povos indígenas, nunca tivemos o desejo de "salvar" os demais povos convencendo-os à força de que seus deuses eram falsos e de que apenas os nossos eram verdadeiros (Núñez, 2023).

> não precisamos acreditar que as demais espiritualidades são falsas para validar as nossas, não precisamos inventar um "selvagem" para nos sentirmos civilizados (Núñez, 2023).

Antonio Bispo dos Santos descreve o contracolonialismo:

> O contracolonialismo é simples: é você querer me colonizar e eu não aceitar que você me colonize, é eu me defender. O contracolonialismo é um modo de vida diferente do colonialismo. [...] Podemos falar do modo de vida indígena, do modo de vida quilombola, do modo de vida banto, do modo de vida iorubá. Seria simples dizer assim. Mas se dissermos assim, não enfraqueceremos o colonialismo. Trouxemos a palavra contracolonialismo para enfraquecer o colonialismo. Já que o referencial de um extremo é o outro, tomamos o próprio colonialismo. Criamos um antídoto: estamos tirando o veneno do colonialismo para transformá-lo em antídoto contra ele próprio (Santos, 2023, p. 58-59).

Geny Núñez também enfatiza que "não existe descolonização individual; ela é necessariamente coletiva e tem em seu centro a luta pelo território" (Núñez, 2023).

Evitar a colonialidade nas atividades acadêmicas significa considerar outras possibilidades e outras vozes além das usuais (de La Cadena, 2019).

> As populações indígenas, em sua lida com o ambiente e com populações mais tecnificadas e agressivas, são mestras em não ser mestras, ou seja, sabem não saber, saboreiam a sua parcial ignorância em relação a diversos problemas e, assim, conseguem aprender e posicionar-se (Chaparro; Maciel; Jesus, 2023).

Mais algumas palavras

> Nós, seres humanos, não somos autossuficientes, nunca fomos. Precisamos do ar, da água, da terra, do alimento; precisamos uns dos outros o tempo todo. Nossa interdependência e cuidado circular fazem a saúde da vida (Núñez, 2023).

> Não conheço nenhum sujeito de nenhum povo nosso que saiu sozinho pelo mundo. Andamos em constelação (Krenak, 2020, p. 39).

A política de ciência e tecnologia para redução de riscos e desastres precisa ser uma política para adiar o fim do mundo, ou seja, uma política que preze pela sustentabilidade em todos os seus eixos, objetivos e metas. Para melhorar esta política, precisamos sonhar juntos, co-produzir, idealizar e realizar em constelação.

No início deste capítulo, em respeito às regras de formatação do livro, me identifiquei de acordo com minha formação e filiação institucional. Nestas palavras finais, quero pontuar também o meu lugar de fala, que é de uma mulher, branca, cisgênero, filha e neta de pequenos produtores rurais. Tive bolsas de estudo durante toda a minha trajetória acadêmica, as quais tornaram possíveis a formação e a filiação descritas na primeira página. Ao longo de 13 anos trabalhando no Cemaden, conversei com diversas pessoas afetadas por desastres, nos mais diferentes lugares e em situações difíceis de imaginar. Minha intenção não é de invasão de espaços que não são meus, mas de aproximação com estes grupos – que têm sua própria voz e muito o que dizer, mas ainda poucas oportunidades de serem ouvidos – na esperança de que possamos nos entender como pertencentes à mesma constelação.

Notas

2 Disponível em: <https://www.rockefellerfoundation.org/insights/perspective/33-resilient-cities-announced-by-the-rockefeller-foundation/>.
3 A mesa redonda “O futuro das almas e do planeta” está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qe53WZnj8NM&t=1820s>.
4 Disponível em: <https://istoe.com.br/para-milhoes-de-brasileiros-a-terra-e-plana/>.
5 UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction - significa Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres. Em 2019 este nome foi atualizado para UNDRR - The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres).
6 bell hooks identifica-se com iniciais minúsculas em seu nome.

Referências

BALSAS, C.J.L. Progress and 'Acts of God' in the age of climate change virility. **Int. J. Global Environmental Issues**, Vol. 18, No. 2, 2019. doi:10.1504/ijgenvi.2019.102290

BREGMAN, R. **Humankind:** A Hopeful History. New York: Little, Brown and Company; Illustrated edition (2020). 480 pages. ISBN-13¶ : ‽978-0316418539

CHAPARRO, Yan Leite; DE CAMPOS MACIEL, Josemar; DE JESUS, Davi Nilo. A era do antropoceno e contextos de emergências e desastres: reflexões com e a partir das populações tradicionais e sociedades indígenas. **Revista Ñanduty**, 2023, 11.17: 1-8.

DE LA CADENA; Marisol. An Invitation to Live Together: Making the "Complex We". **Environmental Humanities.** 1 November 2019; 11 (2): 477–484. doi: https://doi.org/10.1215/22011919-7754589

FANON, Frantz. **Black Skin, White Masks**. London: Grove Press, 1967.

FERNÁNDEZ-LLAMAZARES, Álvaro; VIRTANEN, Pirjo Kristiina. Game masters and Amazonian Indigenous views on sustainability. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Volume 43, 2020, Pages 21-27, ISSN 1877-3435, https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.01.004.

FREIRE, Paulo; MACEDO, Donaldo. A Dialogue: Culture, Language, and Race. **Harvard Educational Review**, vol. 65, no. 3 (1995).

IANNI, O. **Dialética e capitalismo:** ensaio sobre o pensamento de Marx. Editora Vozes, 1982.

IPCC. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland *(*2023) , pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

JACOBI, P. **Moradores e meio ambiente na cidade de São Paulo**. São Paulo: Centro de Estudos de Cultura Contemporânea, 1995. 25 p. (Cadernos CEDEC, nº 43).

JACOBI, P.R; GIATTI, L.L. 2015. **A ambivalência do desenvolvimento e a busca de novas vias para a sustentabilidade**. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOCeditorialV1832015. Acesso em 26Nov2015.

JACOBI, Pedro Roberto; GIATTI, Leandro Luiz. The Ambivalence Of Development And The Search For Novel Pathways Toward Sustainability. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2015000300001&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 17 maio 2024. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOCeditorialV1832015.

KEMENY, P.C.; TORRES, M.A., FISHER, W.W.; BLÄTTLER, C.L. Balance and imbalance in biogeochemical cycles reflect the operation of closed, exchange, and open sets. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2316535121>.

KILOMBA, Grada. **1968** – Memórias da plantação – Episódios de racismo cotidiano. Tradução Jess Oliveira. I ed. – Rio de Janeiro:Cobogó, 2019. 248 p.: il.; 21 cm. Tradução de pPlantation Memories. ISBN 978-85-5591-080-7.

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil.** Ailton Krenak; pesquisa e organização Rita Carelli. 1ª ed. São Paulo: Companhia das letras, 2020a.

KRENAK, Ailton. 2020b. **Comunicação oral online durante o IX Fli-Araxá** – Festival Literário de Araxá. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qe53WZnj8NM&t=1820s>.

LANGE A., EBERT S., VETTER A. (2021) Adaptation Requires Participation: Criteria and Factors for Successful Stakeholder Interactions in Local Climate Change Adaptation. In: Leal Filho W., Luetz J.M., Ayal D. (eds) **Handbook of Climate Change Management. Springer**, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57281-5_47

MARCHEZINI, V.; WISNER, B. (2017). Challenges for vulnerability reduction in Brazil: Insights from the PAR framework. In: MARCHEZINI,V; WISNER, B.; LONDE, L.R; SAITO, S. **Reduction of vulnerability to disasters**: From knowledge to action, 57-96.

NUNES, Flávio Souza Brasil; FREITAS, Leonardo Esteves de. Base de dados geoespaciais no apoio à gestão participativa de riscos de desastres: o caso da bacia hidrográfica do Córrego D'antas - Nova Friburgo - RJ. IN: JÚNIOR, Lourenço Magnoni *et al.* (org). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano** [recurso eletrônico]. 2 ed. São Paulo: CPS, 2020.

NÚÑEZ, Geni. **Descolonizando afetos:** experimentações sobre outras formas de amar. São Paulo: Planeta do Brasil, 2023.ISBN 978-85-422-2379-8.

SANTOS, Antônio Bispo dos. **Nêgo Bispo:** vida, memória e aprendizado quilombola. Itaú Cultural, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gLo9ZNdgJxw>. Acesso em 18 abr. 2024.

SANTOS, Antônio Bispo dos. **A terra dá, a terra quer**. São Paulo: Ubu, 2023.

STEFANO, Gustavo; LACERDA, Daniel; VEIT, Douglas; PANTALEÃO, Luiz. (2017). Identifying Constraints to Increase the Resilience of Cities: A Case Study of the City of Porto Alegre. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**. 14. 10.1515/jhsem-2016-0057.

SULAIMAN, S. N.; ALEDO, A. Desastres naturais: convivência com o risco. **Estud. av.**, São Paulo, v.30, n.88, p.11-23, Dec. 2016.

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Terminology**. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/resilience>. Acesso em 17/05/2024.

WEBLER, T.; RENN, O. (1995). A brief primer on participation: philosophy and practice. In: **Fairness and competence in citizen participation:** Evaluating models for environmental discourse (pp. 17-33). Dordrecht: Springer Netherlands.

VALENCIO, N. F. L. D. S. (2014). Desastres: tecnicismo e sofrimento social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 19, 3631-3644.

VÁSQUEZ-FERNÁNDEZ, Andrea M; AHENAKEW, Cash pii tai poo taa. Resurgence of relationality: reflections on decolonizing and indigenizing 'sustainable development'. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Volume 43, 2020, Pages 65-70, ISSN 1877-3435, https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.03.005.

VIRTANEN, Pirjo Kristiina; SIRAGUSA, Laura; GUTTORM, Hanna. Introduction: toward more inclusive definitions of sustainability. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Volume 43, 2020, Pages 77-82, ISSN 1877-3435, https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.04.003.

ZAGEFKA, Hanna, *et al*. Donating to disaster victims: Responses to natural and humanly caused events. **European journal of social psychology**, 2011, 41.3: 353-363.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: A SECA DOS RIOS NA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, NO MUNICÍPIO DE BORBA – AMAZONAS

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE: THE DROUGHT OF RIVERS IN THE KWATÁ-LARANJAL INDIGENOUS TERRITORY, IN THE MUNICIPALITY OF BORBA – AMAZONAS

LOS IMPACTOS DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS: LA SEQUÍA DE LOS RÍOS EN LA TIERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, EN EL MUNICIPIO DE BORBA – AMAZONAS

LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES: LA SÉCHERESSE DES FLEUVES DANS LA TERRE INDIGÈNE DE KWATÁ-LARANJAL, DANS LA MUNICIPALITÉ DE BORBA – AMAZONAS

Estélio Lopes Cardoso Munduruku[1]

Priscila Coelho Cardoso Munduruku[2]

Talita Cardoso Alves Munduruku[3]

Adnilson de Almeida Silva[4]

1 Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia-UNIR; indígena do povo Munduruku pertencente à T.I. Kwatá-Laranjal. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. Lattes: http://lattes.cnpq.br/2550117148787480. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1280-9574. E-mail: esteliocardoso70@gmail.com.

2 Graduanda de Enfermagem da Universidade Nilton Lins; indígena do povo Munduruku pertencente à T.I. Kwatá-Laranjal. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4214668750691733. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7828-1959. E-mail: priscilacoelho.enfer85@gmail.com.

3 Graduanda de Letras da Universidade do Estado do Amazonas; indígena do povo Munduruku pertencente à T.I. Kwatá-Laranjal. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. Lattes: http://lattes.cnpq.br/3743492291844682. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9810-1819. E-mail: talitacardosoalvesss@gmail.com.

4 Licenciado e Mestre em Geografia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Pós-Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Docente do Departamento e do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia – PPGG/UNIR. Líder do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. Lattes: http://lattes.cnpq.br/1636594441225024. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2555-0861. E-mail: adnilson@unir.br.

Agradecimento: Trabalho produzido com apoio da Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e a Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERO) CNPq por meio do projeto “Marcadores Territoriais das Terras Indígenas da Amazônia: diálogos em contextos socioculturais” - Chamada Edital nº 5/2023/FAPERO-DC Programa de Apoio à Pesquisa – Pap/Universal Áreas Prioritárias.

Este trabalho tem por objetivo analisar como as mudanças climáticas têm impactado profundamente a vida do povo Munduruku na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, localizada no município de Borba, Amazonas. Nos últimos anos, essas mudanças têm se intensificado e afetado de modo severo a fauna e a flora, elementos cruciais para a subsistência não apenas dos povos indígenas, mas de toda a sociedade.

Os anciãos Munduruku, com sua sabedoria ancestral, já alertavam para essas transformações. O presente material discute os impactos na saúde física e mental das pessoas indígenas nas aldeias que vivem no território, bem como as dificuldades enfrentadas devido à estiagem, que prejudica a locomoção pelos rios e provoca escassez de alimentos, com isso leva à insegurança alimentar na T.I. Kwatá-Laranjal.

A análise abrange tanto a perspectiva indígena quanto a científica sobre as mudanças climáticas, em que se destaca a urgência de ações governamentais para mitigar os impactos e implementar medidas eficazes de combate às alterações climáticas.

Para início de diálogo

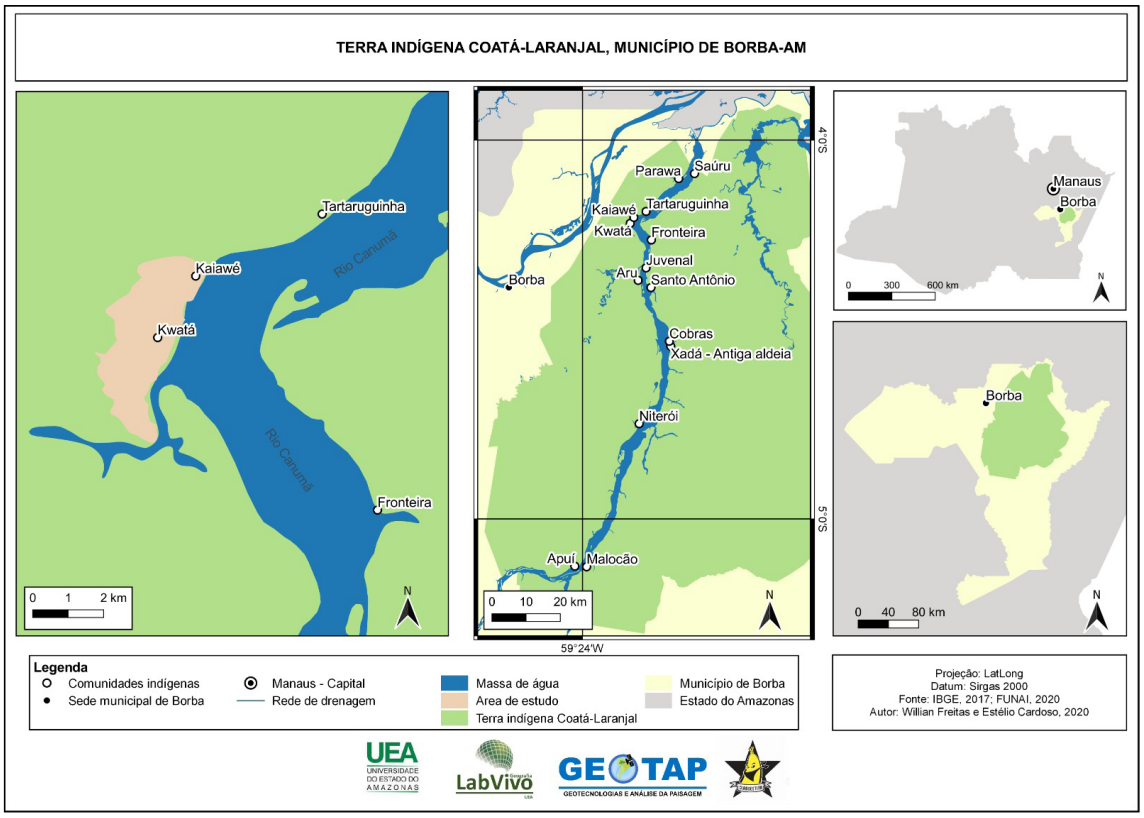
"Quando se é justo com a natureza, ela não nos deixa na mão." Esta frase é um trecho da obra "Canumã: a travessia", do autor Ytanajé Cardoso, um Munduruku pertencente ao Território Indígena Kwatá-Laranjal. Este território tem sofrido drasticamente com as mudanças climáticas recentes, especialmente com a seca histórica ocorrida em 2023 e a iminente ameaça de uma estiagem ainda mais severa em 2024. Com isso, temos o questionamento: estamos sendo justos com a natureza? E, ainda, estamos sendo justos com os povos que dela cuidam?

Este artigo tem como objetivo evidenciar as consequências dos impactos das mudanças climáticas na T.I. Kwatá-Laranjal no município de Borba, Amazonas, bem como a percepção do povo Munduruku do Amazonas a respeito das mudanças climáticas, que nos últimos anos se intensificaram cada vez mais. Tal intensificação requer análises tanto do ponto de vista indígena quanto científico, uma vez que a cada ano as ações do clima alteram para uma evolução que não beneficia a humanidade, muito menos os povos indígenas que sofrem com impactos *in loco* em seus territórios.

Apesar da Terra Indígena Kwatá-Laranjal (Figura 1) manter uma floresta preservada e as aldeias Munduruku estarem situadas às margens do rio Canumã, os impactos das mudanças do clima são sentidos em escala local. Por exemplo, na T.I. Kwatá-Laranjal, a estiagem tem seu ápice entre os meses outubro a dezembro, dificulta a locomoção indígena até a cidade, o trabalho de agricultura, causa a escassez de alimentos, falta de água potável e diminuição das chuvas.

O calor também é uma das ações que prejudica as atividades no trabalho com a agricultura, isso porque as plantações não conseguem se desenvolver por falta de água da chuva, e os indígenas agricultores não conseguem suportar o calor solar nos roçados.

Além disso, essas mudanças que são sentidas na rotina do dia a dia trazem outros fatores que são nocivos para a saúde, como as doenças respiratórias e digestivas (disenterias, por exemplo), as quais tem aumentado significativamente nessa época do ano.



Fonte: Cardoso *et al.* (2023, p.121). Organizadores: FREITAS, W. e CARDOSO, E.L.(2020).

Figura 1. Terra Indígena Kwatá-Laranjal – Borba/Amazonas.

Por isso, este texto abordará as mudanças climáticas e seus impactos negativos, que afetam diretamente a vida dos Munduruku no Amazonas. Também discutiremos as reflexões dos antigos eruditos Munduruku, que hoje enfrentam uma nova realidade, ao ser comparadas com as experiências de suas épocas passadas. Em um tempo em que a natureza já não se mostra tão generosa como outrora, é preciso reconhecer que ela está cada vez mais afetada por fatores poluentes criados pelo próprio ser humano, cuja visão frequentemente se limita ao individual, em que não se leva em consideração a coletividade.

É importante ressaltar que os impactos das mudanças climáticas não se restringem aos povos indígenas; eles alcançam a todos. Este escrito evidenciará os desafios específicos enfrentados pelo povo Munduruku da T.I. Kwatá-Laranjal diante dessas rápidas transformações.

O percurso teórico para se entender os problemas climáticos

O contexto da ação climática tem-se manifestado e intensificado a cada dia e a cada ano que se passa, esse resultado possui interferência direta com a ação humana, sobretudo na disseminação de gases poluentes que são liberados na atmosfera terrestre, nos elementos da terra, água, de modo que causam destruição da fauna e da flora. Neste sentido, assegura Blank (2015, p.158) que: "Os indícios de que o desequilíbrio ambiental alterará o modo de vida de populações inteiras [...]".

Nesse caso, o desequilíbrio é um fato presente em nossas vivências culturais, sociais, ambientais e socioeconômico de manutenção alimentícia, nossos povos indígenas nos últimos anos tem sido afetados diretamente nos seus territórios ancestrais, principalmente com a seca dos rios no Amazonas.

As experiências acumuladas pelos indígenas desde tempos imemoriáveis permitem aos povos indígenas fazerem leituras relevantes sobre a percepção das mudanças do que ocorrem com o Planeta, conforme considera Almeida Silva (2010, p.72):

> A forma e a representação simbólicas e a presentificação para vários desses coletivos como uma revoada de pássaros ou o florescimento de determinadas espécies podem significar profundas mudanças climáticas ou, então, fartura e escassez de alimento, iminência de conflitos, surgimento de doenças, entre outras possibilidades, implicando na proteção social e territorial, enquanto para outros coletivos com culturas distintas trata-se somente de uma revoada de pássaros.

No caso específico do fenômeno da estiagem no Amazonas, este sempre fez parte da vida dos povos indígenas, ribeirinhos e quilombolas, mas de uma maneira menos impactante. Atualmente, a descida (vazão) do rio tem sido maior nos últimos anos. Por isso, nossos povos já haviam se atentado a essas questões há muito tempo. Nos dias atuais, conforme afirmam Scaramuzzi *et al.* (2023, p.4) "existem vários motivos que fazem com que os regimes de conhecimento dos povos indígenas e das populações tradicionais tenham se notabilizado nos últimos anos no debate sobre as transformações ambientais e as mudanças climáticas".

É indispensável compreender que no universo dos povos indígenas o entendimento sobre as transformações ou mudanças se inserem como um conjunto indissociável entre matéria e espírito, conforme considera Almeida Silva (2010, p.72):

> A natureza como corporificação das relações dos divíduos e coletividades, nesse momento, é interpretada como reguladora logo, simbolicamente quando ocorre algum sinal ou manifestação diferente, esses coletivos com sua sensorialidade construída pela experiência ancestro-cosmogônica procuram explicar os fenômenos auxiliados pela evocação e presentificação dos espíritos

e heróis cosmogônicos, bem como por meio das experiências e visões psíquicas contidas nos sonhos e imaginações.

Na Terra Indígena Kwatá-Laranjal (Figuras 2 e 3), os efeitos das transformações climáticas têm gerado impacto na vida sociocultural de nosso povo, na atividade de produção da agricultura e no meio de locomoção pelos rios. Junto com estes impactos, a piora na saúde do povo tem se agravado, sobretudo por conta da inalação de fumaças que resultam no acometimento de graves problemas respiratórios. A precariedade das águas no período da seca também ocasiona problemas intestinais, como disenterias e dores estomacais, tudo isso por conta também da escassez de água potável. Antes mesmo dessas mudanças acontecerem, os mais antigos já alertavam para uma previsão catastrófica no clima local.



Fonte: Anderson Mesac (2023).

Figuras 2 e 3. Leito do Rio Canumã - Terra Indígena Kwatá-Laranjal.

Os saberes dos anciãos Munduruku fazem muito sentido, principalmente agora na época em que vivemos. Os Munduruku, assim como outros povos indígenas, dominam muito bem as análises perceptivas locais, principalmente o conhecimento a respeito da natureza e suas dinâmicas "que há tempos vêm percebendo alterações no ciclo sazonal, nos ritmos diversos da natureza e no ciclo de chuvas, tal como está sendo observado nos territórios de muitos povos" (Scaramuzzi *et al.*, 2023, p. 3).

No ano de 2023 o ciclo dinâmico da natureza parecia estar fora de seus padrões normais. As águas, que são como veias do coração, as quais alimentam todo o ciclo hidrológico, pararam de fluir por alguns meses. O povo Munduruku da Terra Indígena Kwatá-Laranjal enfrentou a falta de abastecimento nos rios Canumã e Mari-Mari, de modo que causou impacto severo em suas vidas. Foi um ano em que muitos povos foram drasticamente afetados, e em 2024 o risco de uma estiagem é ainda maior, conforme previsões meteorológicas de várias instituições e pesquisadores, do que aquela vivida em 2023.

Trilhas metodológicas para o entendimento das mudanças climáticas

A metodologia utilizada caracterizou-se por uma revisão integrativa da literatura, que combinou abordagens qualitativas para reunir e sintetizar resultados de estudos bibliográficos sobre temas específicos de maneira sistemática e ordenada. O objetivo é o de aprofundar o conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas nas aldeias/comunidades indígenas, especialmente na Terra Indígena Kwatá-Laranjal. O presente capítulo foi construído em etapas, tais como: análise dos escritos por teóricos e por meio das falas das lideranças Munduruku em suas entrevistas nos portais de notícias quando a estiagem atingiu o nível mais severo na Terra Indígena Kwatá-Laranjal em 2023.

Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para garantir a relevância dos estudos selecionados. Deste modo, foram incluídos artigos e recortes, publicados entre 2019 e 2024, escritos em português, com abordagem diretamente vinculadas às particularidades ambientais, culturais, sociais e de saúde das aldeias indígenas, e que fossem revisões sistemáticas, estudos qualitativos, artigos originais, relatórios oficiais ou outros documentos científicos.

Além de recortes de revistas e jornais relevantes, escolhidos por sua credibilidade e abrangência de informações sobre saúde e aspectos sociais das aldeias indígenas. A seleção inicial identificou dez documentos oficiais, dos quais oito atenderam aos critérios de inclusão. Esses artigos foram então revisados e categorizados conforme cada autor, ano de publicação, tipo de estudo (qualitativo ou quantitativo), país de origem, ações de saúde relatadas e dificuldades encontradas na assistência e logística.

As inquietações e seus resultados

Com a estiagem de 2023 na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, o povo Munduruku passou por muitas dificuldades na segurança alimentar, no modo de vida e na própria agricultura, assim como foi noticiado nos portais de notícias sobre a condição atual dos Munduruku com relação ao enfrentamento da seca dos rios e falta de água potável. A cada ano, as mudanças do clima têm afetado principalmente nossos povos que possuem uma relação de dependência direta com a natureza para sua subsistência. Algumas lideranças do povo relataram aos jornais sobre a crise climática na região, "*tenho 68 anos e nunca vi uma seca como essa. Os peixes estão morrendo e as cacimbas estão sumindo*", afirmou o cacique Manuel Munduruku em entrevista pelo Repórter Brasil em 2023.

De acordo com a afirmação do cacique Manuel, fica evidente que as mudanças climáticas se tornaram uma questão urgente. O que antes era considerado normal para sua geração, hoje já não é mais, e a perspectiva é que essa situação torne-se ainda mais grave, uma vez que a terra está cada vez mais sobrecarregada por fatores poluentes, além do aumento de desflorestamento na região.

Em conformidade com Valdiza Munduruku, entrevistada por Estélio Munduruku em 2023, a seca é surpreendente, pois nunca havia visto o rio Mari-Mari tão seco, de acordo com suas palavras: "*tenho muitos anos morando aqui, mas nunca pensei que um dia ia presenciar isso em nossa terra*". Essas falas são muito importantes para analisar o contexto do avanço das mudanças do clima e como isso tem afetado diretamente nos territórios indígenas, mesmo em terras já demarcadas. Em decorrência disso, os povos indígenas tem enfrentado os impactos das mudanças climáticas que não afeta somente os povos originários, mas de maneira coletiva essas mudanças chegaram até aos centros urbanos.

Uma das alternativas encontradas pelas lideranças Munduruku foi a de buscar ajuda junto ao poder público. Em muitos casos, denunciaram na justiça sobre a imprudência da ausência do Estado em alguns territórios indígenas. Esse caso também foi relatado pelo portal de notícias Amazônia Real, em 2023, mediante entrevista com o cacique Levi aldeia Jacaré, situada no rio Mari-Mari na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, o qual afirmou: "*aqui a gente enfrenta problemas com a saúde, com o bem-estar social e com a educação. A gente não tem o apoio do governo*".

Contudo, desde a crise da estiagem no ano de 2023, as lideranças Munduruku temem passar pela mesma situação para o ano de 2024. Os alerta da Defesa Civil do Estado emitem que este ano a estiagem será ainda maior do que a de 2023. Em algumas regiões como rio Purus e rio Solimões, o nível da água já começou a baixar e isso tem preocupado nossos povos indígenas que dependem do rio para subsistência e locomoção.

Os Munduruku, apesar de ter dois rios dentro do território que dão acesso a outros lugares, nesse período de descida da água seus leitos ficam vazios e, portanto, inviáveis para navegação por conta da seca que dura meses. Isso provoca a busca por perfuração de poços, sendo que em algumas das aldeias não existem poços artesianos, com a falta de água nas aldeias os próprios indígenas cavam as chamadas cacimbas, que são um tipo de poço perfurado nas proximidades das margens dos rios para utilização doméstica e até mesmo para beber. Por conta disso, todos ficam vulneráveis a doenças diarreicas durante e após a estiagem. Ademais, a saúde do povo Munduruku fica em alerta porque os casos de doenças provocadas pela estiagem causam danos e tem um aumento significativo na Unidade Básica de Saúde Indígena (UBSI) da Aldeia Kwatá.

Com relação às doenças pós estiagem e as mudanças climáticas que afetam os territórios indígenas, qual o impacto dessas mudanças no nosso modo de vida e até mesmo na nossa saúde? As mudanças climáticas têm um impacto profundo no modo de vida e na saúde das populações indígenas, especialmente no Amazonas. Essas aldeias dependem diretamente dos recursos naturais e do equilíbrio ecológico para sua subsistência e bem-estar. As alterações no clima afetam desde a disponibilidade de alimentos e água até a incidência de doenças.

Com relação no impacto no modo de vida, causa alteração nos ciclos de cultivo de plantação, na pesca e mudanças no regime de chuvas, assim como aumento da temperatura. Tudo isso pode alterar os ciclos naturais das plantas e dos peixes, além de dificultar a agricultura tradicional, de modo que causa a escassez de alimentos, que são fontes essenciais de subsistência para os povos indígenas.

Tais impactos estão atrelados à insegurança alimentar, como por exemplo: a redução na disponibilidade de alimentos, desnutrição, o que interfere diretamente na saúde física e o desenvolvimento das crianças indígenas. Em muitos casos pode também acontecer deslocamento forçado (Loureiro, 2022), ocasionado pelos impactos negativos do efeito do clima no Planeta. Nas coletividades indígenas, isso pode acontecer pela seca dos rios e pelo nível de enchentes severas na Amazônia, algumas aldeias indígenas podem ser forçadas a migrar devido ao aumento do nível dos rios, enchentes ou secas severas, o que pode causar perda de território e desestruturação social. A exemplo disso temos impactos na saúde coletiva como as doenças infecciosas.

As mudanças climáticas podem criar condições favoráveis para a proliferação de vetores de doenças, como mosquitos transmissores de malária, dengue, febre amarela, dentre outras. O aumento da temperatura e a alteração nos padrões de chuva podem ampliar as áreas de risco e a propagação de epidemias. Dentre estas, podem ser citadas:

a) Doenças respiratórias são outro fator mediante intensificação das queimadas, quando aumentam em períodos de seca prolongada, leva a um aumento da poluição do ar, o que resulta em problemas respiratórios, como bronquite, asma e outras doenças pulmonares de nossos povos. As infecções respiratórias são causadas pela poluição do ar devido às queimadas e ao desmatamento;

b) Doenças diarreicas: as enchentes e a contaminação da água por resíduos e patógenos são responsáveis pelo aumento de doenças diarreicas, que podem ser fatais, especialmente entre crianças e idosos. Quando se fala de saúde precisamos ressaltar a saúde mental dos povos indígenas;

c) Doenças infecciosas causadas pela malária: O aquecimento global e a alteração nos padrões de chuva podem aumentar a incidência da malária em áreas anteriormente não afetadas, conjuntamente também têm-se a dengue e zika, causada pela proliferação de mosquitos Aedes aegypti favorecida por mudanças nos padrões de chuva e temperatura.

Para além destas questões, o impacto psicológico das mudanças climáticas, combinado com a perda de territórios e modos de vida tradicionais, pode levar ao aumento de transtornos mentais, como ansiedade, estresse, depressão, dentre outros.

Esses impactos destacam a vulnerabilidade das populações indígenas às mudanças climáticas e a necessidade de políticas de saúde adaptadas às suas realidades, bem como, ação imediata do poder público nas áreas afetadas posto que nos últimos anos as populações mais vulneráveis são os povos indígenas, ribeirinhos e outras populações tradicionais no Amazonas.

Assim, o Ministério da Saúde do Brasil, em 2021 reconheceu os impactos da seca e das mudanças climáticas na saúde pública, especialmente em regiões vulneráveis como o Amazonas. Algumas das principais abordagens e iniciativas incluem monitoramento e vigilância. O Ministério realiza monitoramento de doenças relacionadas à água e à qualidade do ar, especialmente em períodos de seca, de modo que isso tem ajudado

a identificar surtos e implementar ações de controle. Uma maneira alternativa são os programas de saúde, existem aqueles voltados para a promoção da saúde indígena e o fortalecimento da atenção básica que buscam atender às necessidades específicas dessas comunidades durante crises ambientais.

Desde então, com relação à educação em saúde, o Ministério tem promovido campanhas de conscientização sobre os riscos associados à seca, como doenças respiratórias e hídricas, de maneira que busca informar as populações afetadas sobre medidas preventivas que instituiu em parcerias interinstitucionais (Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por exemplo) para enfrentar os desafios decorrentes da seca, mediante a integração de ações de saúde e conservação ambiental.

Outro ponto alternativo é o incentivo a práticas agrícolas sustentáveis como uma estratégia para ajudar as comunidades locais a se adaptarem às mudanças climáticas, de modo a buscar a garantia para a segurança alimentar e melhorar a saúde dos povos indígenas. Essas ações são fundamentais para mitigar os efeitos da seca na saúde das populações amazônicas. Para informações mais atualizadas ou específicas, é sempre bom consultar o site oficial do Ministério da Saúde ou documentos recentes que abordam a situação atual.

No quesito da saúde dos povos indígenas, o Serviço de Saúde Indígena (SESAI) é uma secretaria do Ministério da Saúde do Brasil, responsável por coordenar e executar políticas de saúde voltadas às populações originárias. Criada em 2010, a SESAI atua diretamente nas aldeias indígenas, fornece assistência à saúde de modo integral, bem como procura respeitar as especificidades culturais e as necessidades dessas populações. Assim, só é possível minimizar os problemas ambientais com ajuda humanitária e as parcerias das instituições governamentais e não governamentais.

Contudo, a emergência climática é uma preocupação sobre a ótica indígena prevista, mesmo que seja um fenômeno natural, é também impulsionada pelo efeito antrópico muito acelerado pela ação do homem na natureza. As catástrofes ambientais ocorridas nos últimos anos tem ação do homem diretamente porque todos os ecossistemas naturais estão sendo afetados assim como os biomas da Amazônia, do Cerrado, do Pantanal, da Catinga, da Mata Atlântica. Para além disso, a disseminação dos gases de efeito estufa estimulada por atividades de grandes empresas tem contribuído diretamente para as mudanças climáticas.

Apesar dos impactos ambientais, os povos indígenas já tinham uma concepção desse fenômeno para a sociedade atual, mas principalmente do efeito antrópico que o homem tem causado no meio ambiente. Por isso a importância em manter as florestas preservadas que servem como um verdadeiro equilíbrio climático. Que os alertas das mudanças climáticas não sejam ignorados e que a sabedoria dos conhecimentos ancestrais seja ouvida porque não enxergamos a natureza como apenas produto, mas a natureza como um elemento vivo que precisa ser cuidado do mesmo modo que a sociedade humana.

Com relação às transformações a longo prazo no nível de temperatura e do clima, os estudos científicos emitem um alerta que já vivemos uma mudança climática drástica por

conta da destruição da natureza. Por outro lado a pauta dos povos indígenas é por defesa dos seus territórios e da floresta para garantia de um bem viver melhor para todos. Caso isso não aconteça, a natureza não pode ser generosa com seus seres humanos. No Brasil de norte a sul e leste a oeste é presenciado grandes efeitos ambientais como por exemplo, ondas de calor, estiagem severa, alagamentos por conta de chuvas fortes, ação recorrente das mudanças climáticas.

Contudo, é importante que a luta dos povos indígenas seja de toda a sociedade, dos governantes para combater as crises ambientais com mais seriedade, que adote planos relacionados de emergência para essas mudanças, que ouça principalmente, as sabedorias e percepções indígenas e os estudos científicos que é primordial para manter a natureza em seu determinado equilíbrio ambiental.

Considerações finais

Na Amazônia vivemos duas estações que eram até poucos anos bem definidas, o verão amazônico e o inverno. Os ancestrais indígenas dominavam o conhecimento das mudanças de estações do ano, bem como em períodos propícios para fazer plantio, principalmente, com as dinâmicas lunares como, por exemplo, lua cheia, nova, minguante e crescente. A lua cheia e nova são os períodos mais férteis tanto para plantar como para colher, já a minguante e crescente não significa período bom em cultivo produtivo para agricultura.

Contudo, com o desequilíbrio climático em andamento fica difícil para os povos indígenas plantar em uma época em que as estações não correspondem ao seu ciclo normal para realizar o cultivo de plantação nos roçados. O exemplo da estiagem, que aconteceu em 2023, em que todos os rios do Amazonas sofreram com a maior seca de sua história, constituiu-se num período muito doloroso com a falta de água nos rios, igarapés, lagos e outros cursos do líquido precioso que propicia a continuidade da vida, inclusive, os rios Canumã e Mari-Mari, os quais ficaram com seus leitos quase vazios. Naquele ano, muitos agricultores indígenas tiveram perdas consideráveis nas plantações, impactos na locomoção por meio dos rios e principalmente na saúde coletiva dos Munduruku da Terra Indígena Kwatá-Laranjal.

Porém, as profecias dos ancestrais anunciavam por essas mudanças climáticas, os nossos avós já falavam que a nova geração viveria tempos de mudança na natureza, que a fartura não seria a mesma e a busca pela subsistência estaria em declínio, do mesmo modo que a terra ficaria doente por consequências das atividades humanas, razão pela qual teríamos que pagar alto preço pelas incoerências e negligências no trato e respeito com a natureza.

Referências

ALMEIDA SILVA, Adnilson de. **Territorialidades e identidade dos coletivos *Kawahib* da Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau em Rondônia**: "*Orevaki Are*" (reencontro) dos

"marcadores territoriais". Tese de Doutorado. Curitiba: PPGG 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/24230>. Acesso em 30 ago 2024.

AMBROSIO, Nicoly. **Seca permanece e isola TI Kwatá-Laranjal**. Manaus: Amazônia Real, 14/11/2023. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/seca-permanece-e-isola-ti-kwata-laranjal/>. Acesso em 15 ago 2024.

BLANK, Dionis Mauri Penning. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157-172, mai./ago. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/SgzwvyFQvzynyM8ZhdtRzjr/>. Acesso em 15 ago 2024.

CARDOSO, Estélio Lopes; CARDOSO, Ytanajé Coelho; SOARES, Ana Paulina Aguiar; ALMEIDA SILVA, Adnilson de. A territorialidade na perspectiva do povo Munduruku: Terra Indígena Coatá-Laranjal em Borba –Amazonas. **Caminhos de Geografia** – Uberlândia, 24, n. 93 jun./2023, p.119–131. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/65343/36148>. Acesso em 02 ago 2024.

CARDOSO, Ytanajé Coelho. **Canumã**: a travessia. Manaus: Valer, 2019.

LIMA, Yana Lima. **Indígenas Munduruku arrecadam recursos para comprar água potável no Amazonas**. Manaus: Agência Cenarium, 29/10/2023. Disponível em: <https://agenciacenarium.com.br/indigenas-munduruku-arrecadam-recursos-para-comprar-agua-potavel-no-am/>. Acesso em 15 ago 2024.

LOUREIRO, Claúdia Regina de Oliveira Magalhães da Silva. Ecomigração: deslocamento forçado e emergência climática**. Revista de la Facultad de Derecho de México**, Tomo LXXII, 72 (284), 347–372, Septiembre-Diciembre, 2022. Disponível em: <https://revistas.unam.mx/index.php/rfdm/article/view/8358>. Acesso em 14 ago 2024.

Ministério da Saúde. **Emergência climática**. Saúde realiza reunião para discutir impactos das mudanças climáticas no Amazonas e no Mato Grosso do Sul. Brasília: Ministério da Saúde, 15/08/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/saude-realiza-reuniao-para-discutir-impactos-das-mudancas-climaticas-no-amazonas-e-mato-grosso-do-sul>. Acesso em 15 ago 2024.

SCARAMUZZI, Igor Alexandre Badolato; LEWKOWICZ, Rita Becker; MAZUREK, Rosélis Remor de Souza; BENVEGNÚ, Vinícius Cosmos. Percepções locais sobre transformações ambientais na região do Oiapoque: reflexões a partir da experiência de formação de pesquisadores indígenas. **Horiz. antropol**., Porto Alegre, ano 29, n. 66, e660413, maio/ago. 2023, p.1-34. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ha/a/v69WJ6fHFx6FhKB3qRgf8Md/?format=pdf&lang=pt<. Acesso em 10 ago 2024.

SUSUÍ, Ariene; JUNQUEIRA, Diego. **Indígenas cavam poço em rio seco para achar água no Amazonas**. Manaus/São Paulo: Repórter Brasil, 17/11/2023. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2023/11/indigenas-cavam-poco-em-rio-seco-para-achar-agua-no-amazonas/>. Acesso em 15 ago 2024.

APONTAMENTOS SOBRE AS PERCEPÇÕES RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS E CRISES CLIMÁTICAS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL A PARTIR DOS OLHARES E PERSPECTIVAS DAS POPULAÇÕES LOCAIS[1]

NOTES ON PERCEPTIONS RELATED TO CLIMATE CHANGE AND CRISES IN THE SOUTHWESTERN AMAZON FROM THE PERSPECTIVES AND VIEWS OF LOCAL POPULATIONS

APUNTES SOBRE LAS PERCEPCIONES RELACIONADAS CON LOS CAMBIOS Y CRISIS CLIMÁTICAS EN LA AMAZONIA SUDOCCIDENTAL DESDE LAS MIRADAS Y PERSPECTIVAS DE LAS POBLACIONES LOCALES

NOTES SUR LES PERCEPTIONS LIÉES AUX CHANGEMENTS ET CRISES CLIMATIQUES DANS L'AMAZONIE SUD-OCCIDENTALE À PARTIR DES POINTS DE VUE ET PERSPECTIVES DES POPULATIONS LOCALES

Adnilson de Almeida Silva[2]
Suzanna Dourado da Silva[3]
Hellen Vírginia da Silva Alves[4]
Laura Dominic Gazzotto Soares de Almeida[5]
Ellen Cristina Gazzotto Soares Almeida[6]

1 Trabalho produzido com apoio do CNPq por meio do projeto "Territorialidades e marcadores territoriais das terras indígenas da Amazônia: diálogos e sinapses socioculturais" - Chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023.
2 Licenciado e Mestre em Geografia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Pós-Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Docente do Departamento e do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia – PPGG/UNIR. Líder do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2555-0861. E-mail: adnilson@unir.br.
3 Licenciada em Geografia pela Faculdade Educacional da Lapa – FAEL. Mestra e Doutora pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3084-9529. E-mail: suzannadourado@gmail.com.
4 Mestre e Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia. Pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Mulher, Geografia e Relações Sociais de Gênero – GEPGÊNERO/UNIR. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2279-6949. E-mail: hellenalves.pvh@gmail.com.
5 Geógrafa e Mestranda em Geografia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa de Geografia e Planejamento Ambiental – GEOPLAM/UNIR e do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA/UNIR. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7544-6045. E-mail: lauragazzotto@gmail.com.
6 Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária e Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Pesquisadora do Grupo de Estudos de Conservação da Biodiversidade – UFU. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5816-6754. E-mail: ellengazzotto@gmail.com.

A abordagem sobre as percepções relacionadas às mudanças e crises climáticas na Amazônia Sul Ocidental a partir dos olhares e perspectivas das populações locais, de modo que procura refletir com base na ciência geográfica e fundamentada na abordagem fenomenológica. Este texto se propõe a expandir essa discussão, assentado em bases teóricas e metodológicas com referências pertinentes ao tema.

O recorte espacial compreende territórios inseridos em Rondônia e Acre, mediante atividades em campo com diálogos com os habitantes e vivência das autorias nesta porção da Amazônia, com isso oportuniza perspectivas sobre as experiências e preocupações dessas comunidades frente aos desafios ambientais contemporâneos.

Considerações iniciais

A temática das mudanças e crises ambientais climáticas tem nos últimos anos adquirido preocupações no meio científico, nas mídias, nos foros políticos, sociais e econômicos, bem como nos meios informacionais em escala planetária.

O assunto em debate não é consensual, de modo que existe pelo menos quatro abordagens distintas. A primeira é marcada por parcela significativa da humanidade que tem optado por abordagens negacionistas; a segunda é constituída por alarmistas, em que a concepção apocalíptica é eminente; a terceira é formada por aqueles que consideram que há solução ou minimização da problemática a partir de decisões técnicas e científicas; a quarta é composta por pessoas que estão "neutras" ou alheias ao debate.

Neste sentido, a discussão que se pretende desenvolver aqui é que o efeito estufa, gases de efeito estufa, aquecimento global, eventos climáticos extremos, entre outros, ocasionados por causas naturais e antropogênicas tem proporcionado uma série de impactos socioeconômicos, políticos e ambientais que estão relacionados às transformações do Planeta, as quais de modo direto ou indireto atingem as populações.

No caso amazônico, especificamente neste texto, as autorias realizaram por meio de vivências, diálogos, rodas de conversa e troca de experiências em contexto urbano, rural, Unidades de Conservação e Terras Indígenas, onde puderam compreender como as populações experimentam e enfrentam os desafios perante as mudanças e crises climáticas que tem assolado a região do recorte territorial.

Em termos organizativos o trabalho compõe-se de seis seções: a) concepções teóricas e metodológicas; b) mudanças e crises climáticas em contexto urbano e regional em uma perspectiva amazônica; c) o olhar feminino frente aos fenômenos de natureza climática; d) percepções indígenas e as mudanças climáticas; e) percepções locais sobre mudanças e crises climáticas a partir da percepção de moradores de Reserva Extrativista e entorno; f) considerações finais.

Concepções teóricas e metodológicas

A discussão sobre as mudanças e crises climáticas apesar de ser relativamente recente, tem adquirido relevante debate especialmente a partir do final do século XX e potencializado no século XXI, especialmente no meio acadêmico e científico, com repercussões em outros setores da sociedade (econômico, cultural e político), em que se coloca os riscos e desafios para as populações e o meio ambiente.

É de salutar acuidade destacar que a literatura internacional o tem como principal discussão, enquanto em termos nacionais a discussão ainda pode ser considerada um tanto embrionária, mas que tem suscitado contribuições que promovem reflexões sobre o tratamento e o cuidado com as questões ambientais, as quais estão diretamente vinculadas às abordagens e inquietações sobre as mudanças, crises e consequências produzidas pelo clima.

Deste modo, autores como: Adger (2009); Adger, Arnell, Tompkins (2005); Agrawal *et al.* (2020); Agrawal, Gibson (1999); Armitage *et al.* (2009); Berkes, (2008, 2009a, 2009b); Brooks, Adger, Kelly (2005); Folke *et al.* (2005a, 2005b); Folke *et al.* (2010); Grothmann, Patt (2005); Hulme (2009); INPE (2020); IPCC (2014, 2018a, 2018b, 2021a, 2021b, 2021c); Leal Filho e Freitas (2019); Leiserowitz *et al.* (2012); ONU (2015); Ostrom (2009a, 2009b, 2010); Pelling (2011); Pereira (2020); Stern (2007); Shrivastava *et al.* (2019); Soto-García *et al.* (2011);UNDP (2007); UNFCCC (2015) têm realizado estudos que produzem análises reflexivas com temas distintos, mas que convergem para o desafio ao enfrentamento ou minimização produzida pelos efeitos das mudanças e crises climáticas.

A contextualização teórica das mudanças climáticas abrange inúmeros aspectos de análise dos fenômenos climáticos e dos impactos das atividades humanas que ocorrem em âmbito local, mas com repercussão sobre o sistema climático global. De modo que conceitos básicos, como o efeito estufa e o aquecimento global estão associados como as principais fontes emissoras de emissões de gases que aumentam o efeito estufa, tais como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e mudanças no uso da terra.

Neste aspecto foram considerados como componentes que envolvem direta e indiretamente nas mudanças e crises climáticas, neste trabalho, algumas variáveis que compõem a abordagem analítica, tais como:

1. **Fenômenos climáticos extremos**: marcados pelas ondas de calor, secas prolongadas, tempestades intensas e elevação do nível do mar, transbordamento de rios para além das normalidades das médias históricas, de modo a causarem impactos sociais, econômicos e ambientais, de grande repercussão;
2. **Vulnerabilidades regionais**: as mudanças e crises climáticas expõem e aprofundam as vulnerabilidades específicas de diferentes regiões do mundo em consideração a aspectos geográficos, socioeconômicos e culturais, com maior rebatimento sobre as minorias e populações que apresentam maiores carências, visto que possuem maiores dificuldades para se protegerem contra às intempéries;

3. **Justiça climática**: diz respeito sobre a distribuição desigual dos ônus e benefícios das mudanças climáticas, de maneira a enfatizar a necessidade de equidade e justiça climática nas políticas de mitigação e adaptação da população frente a mudanças e crises resultantes dos efeitos climáticos, bem como na equidade da gestão dos recursos naturais, mediante à distribuição de benefícios e ônus entre diferentes grupos sociais e gerações atuais e futuras;
4. **Conhecimento indígena e tradicional**: explora-se como esses conhecimentos sobre a relevância do clima e dos ecossistemas, a partir de vivências e percepções do que ocorre e como se adaptar às mudanças climáticas e estratégias para a conservação da biodiversidade;
5. **Gênero e mudanças climáticas**: entende-se que as diferentes experiências e vulnerabilidades de homens e mulheres — inclusive de crianças, jovens e idosos — frente às mudanças climáticas são distintas nos ambientes urbano e rural, devido a aspectos que envolvem aspectos de gênero, divisão de trabalho e acesso aos recursos naturais ou fabricados à disposição de cada um desses públicos;
6. **Respostas comunitárias**: enfatiza-se que as estratégias de adaptação comunitária, incluem sistemas de alerta precoce, gestão integrada de recursos naturais e fortalecimento da resiliência socioeconômica, como processos de enfrentamento às mudanças e crises climáticas;
7. **Barreiras institucionais**: considera-se que as limitações das políticas públicas e instituições existentes voltadas para minimização das mudanças e crises climáticas apresentam fragilidades, desde a falta de coordenação intergovernamental, financiamento inadequado, capacidade técnica limitada e excessiva burocracia;
8. **Inovação tecnológica**: coloca-se como oportunidades oferecidas tais como energias renováveis, agricultura de baixo carbono e soluções baseadas na natureza, para a mitigação das mudanças climáticas e o fortalecimento da resiliência comunitária;
9. **Educação e conscientização**: constitui-se como fator relevante para a promoção de ações individuais e coletivas em resposta às mudanças climáticas, de modo que produz e incentiva comportamentos sustentáveis e a participação cidadã para a atenuação da problemática em curso;
10. **Empoderamento comunitário**: exploração das práticas de empoderamento comunitário, inclusive educação popular, organização comunitária e fortalecimento da capacidade de negociação, para garantir a participação efetiva das comunidades na tomada de decisões frente a estratégias de minimização decorrente de mudanças climáticas, como projetos de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+) e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), dentre outros com a finalidade de auxiliar o processo de redução de emissões de gases de efeito estufa e outros gases poluentes atmosféricos;
11. **Monitoramento participativo**: refere-se à gestão dos recursos naturais, com o envolvimento das comunidades locais no processo de coleta de dados, análise de informações e tomada de decisões, como o fito de promover a transparência e prestação de contas, dentre outras;

12. **Integração de conhecimentos**: constitui-se como relevante mediante a integração de conhecimentos científicos, ancestrais, tradicionais e locais, necessários à formulação de políticas e estratégias de adaptação e mitigação das mudanças e crises climáticas, de modo que deverá se valorizar e reconhecer a inegável contribuição sobre a diversidade desses saberes;
13. **Parcerias interinstitucionais**: no enfrentamento da problemática em atuação é indispensável e oportuno o estabelecimento de parcerias interinstitucionais entre governos, organizações não governamentais, setor privado, universidades e comunidades locais, com a finalidade de fortalecer a capacidade de resposta e implementação de medidas eficazes;
14. **Capacitação e assistência técnica**: refere-se à necessidade de adoção de políticas que contemplem capacitação e assistência técnica junto às comunidades locais, inclusive para o desenvolvimento de habilidades em gestão ambiental, empreendedorismo sustentável e acesso a tecnologias apropriadas que garantam qualidade de vida para as populações.

Deste modo, com políticas públicas, programas de desenvolvimento sustentável e futuras pesquisas, deverão ser colocadas como prioridades, com o objetivo de promover a resiliência das comunidades locais e a conservação dos ecossistemas ambientais.

No bojo das discussões ambientais, no caso amazônico, questões como desmatamento, queimadas, mineração, expansão agropecuária, expansão urbana, dentre outros, constituem-se como sérios problemas, os quais desafiam a tomada de decisões urgentes, o que coloca em xeque o modelo de desenvolvimento imposto à região.

Assim, surgem diversos questionamentos, dentre eles, como desenvolver sem produzir impactos? Como estes impactos afetam à vida das populações? Como as populações tradicionais e povos originários desenvolvem mecanismos de enfrentamento perante as mudanças que já se fazem presentes em suas vidas.

A estas perguntas não existe uma resposta única dada a complexidade regional geográfica, cultural, política e econômica, visto que se trata de várias Amazônias, em que no referido bioma possui feições fitogeográficas, pedológicas, geológicas, hidrográficas distintas, assim como interesses difusos em seu processo de ocupação e ordenamento territorial.

A análise que se pretende realizar aqui possui com princípio basilar a abordagem fenomenológica, na qual situa as manifestações dos seres humanos da região com suas visões de mundo, anseios, desejos, medos, enfim de algo que é inerente a si mesmo como manifestação subjetiva e intersubjetiva.

No caso do presente estudo foram estabelecidos diálogos no meio urbano (notadamente em Rio Branco, estado do Acre), no meio rural (Reserva Extrativista Rio Preto-Jacundá e Terra Indígena Kaxarari, em Rondônia) e seu entorno, com mulheres do meio urbano e rural dos dois estados que vivenciam o fenômeno das mudanças climáticas.

A escolha da abordagem fenomenológica não foi por acaso, pois buscou vozes de populações invisibilizadas, tanto do ponto de vista social, quanto econômica, as quais possivelmente sejam as mais afetadas pelas mudanças que tem ocorrido na região.

No trabalho intitulado "Incêndios florestais e queimadas: impactos de saúde em comunidades indígenas", Silva *et al.* (2023, p.9) em sua análise apresenta que:

> Estudos realizados em cenários urbanos, evidenciam que além dos impactos ambientais, a poluição provocada pelas queimadas tem efeitos nocivos para a saúde humana. A relação entre poluição atmosférica e a associação a processos patológicos foram observados em estudos nacionais e internacionais (Brown *et al.*, 2016; Filho *et al.*, 2017; Neto *et al.*, 2018; Tessum *et al.*, 2021). Esses estudos mostraram que além do impacto ambiental provocado pela exposição, foi encontrada associação significativa de doenças cardiovasculares e a exposição ao PM 2,5 µg/m3.

O estudo de Silva *et al.* (2023) destaca não apenas os impactos ambientais das queimadas na Amazônia, mas também os graves efeitos adversos que esses eventos têm sobre a saúde humana, especialmente em comunidades indígenas. Esses efeitos nocivos incluem a poluição atmosférica resultante das queimadas, que tem sido associada a uma série de problemas de saúde.

Nesta vertente, é crucial considerar como as mudanças climáticas impactam de maneiras distintas os contextos urbanos e rurais. Em áreas urbanas, a concentração de atividades industriais, o elevado número de veículos e a densidade populacional contribuem significativamente para a emissão de gases de efeito estufa, ao tempo em que exacerbam-se os problemas de poluição e saúde pública, como já mencionado. As cidades enfrentam desafios como o aumento das temperaturas urbanas (efeito ilha de calor), a má qualidade do ar e a gestão inadequada dos resíduos, que agravam os efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Por outro lado, nas áreas rurais, especialmente nas comunidades indígenas e agrícolas, as mudanças climáticas se manifestam por intermédio de eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, que afetam diretamente a produção agrícola, a segurança alimentar e a biodiversidade. As comunidades rurais dependem fortemente dos recursos naturais para sua subsistência, o que torna-as mais vulneráveis aos impactos climáticos. No entanto, são nessas mesmas áreas rurais que se encontram práticas tradicionais e conhecimentos ancestrais valiosos para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

A região amazônica, com sua exuberante biodiversidade e vasta extensão de floresta tropical, tem sido historicamente um cenário de interesse humano e ocupação. A formação das cidades na Amazônia frequentemente está intrinsecamente ligada ao uso dos rios, os quais servem como indispensáveis vias de transporte, abastecimento e comunicação para as comunidades locais. No entanto, essa interação entre humanos e ambiente amazônico demanda uma profunda reflexão sobre a necessidade da responsabilidade ambiental para o bem coletivo.

Os rios da Amazônia, como o imponente Amazonas e seus afluentes, há séculos têm servido como meios de vida para as comunidades que se estabeleceram ao longo de suas margens. Desde os tempos pré-colombianos até os dias atuais, os rios foram e continuam sendo as principais artérias de conexão entre as populações, visto que facilitam o comércio, o transporte de pessoas e mercadorias e até mesmo a comunicação entre as comunidades mais remotas.

Essa dependência histórica e cultural dos rios moldou a própria formação das cidades na Amazônia. Muitos dos principais centros urbanos da região, como Manaus, Belém, Porto Velho, Rio Branco, dentre outros, foram estabelecidos nas margens dos rios, onde aproveitam destes sua acessibilidade e recursos naturais abundantes. A economia dessas cidades muitas vezes gira em torno da exploração dos recursos naturais da região, como extração de recursos florestais, pesca, agricultura e, mais recentemente, o turismo.

No entanto, o crescimento urbano desordenado e a exploração predatória dos recursos naturais têm colocado em risco a saúde dos ecossistemas fluviais e a qualidade de vida das populações locais. A poluição dos rios por resíduos industriais, o desmatamento das áreas ribeirinhas para a expansão urbana e expansão pecuária, além da contaminação das águas por agrotóxicos, além da construção de hidrelétricas na Amazônia, que causam impactos significativos para a região e a população. Estes são apenas alguns dos impactos negativos causados pela falta de responsabilidade ambiental.

É fundamental reconhecer que a preservação dos rios e da floresta amazônica não é apenas uma questão ambiental, mas também uma questão de sobrevivência e bem-estar para as comunidades que dependem desses recursos naturais para sua subsistência. A responsabilidade ambiental, portanto, torna-se uma necessidade premente para garantir o bem coletivo e a sustentabilidade das cidades na Amazônia.

No Acre, especificamente, o desmatamento das matas ciliares e o uso e ocupação do solo no entorno do rio Acre, causam problemáticas imponentes de enchentes anuais, que levam centenas de pessoas a situação de vulnerabilidade ambiental.

A ocorrência de enchentes e inundações está intimamente ligada à densidade ocupacional de uma determinada região vulnerável. O processo desordenado de ocupação do solo no em Rio Branco, sem planejamento adequado ou implantação de infraestrutura que respeite ao que versa o Plano Diretor Municipal acabou por tornar essas áreas como de alto risco e propícias a inundações e enchentes.

Diante da necessidade de sobrevivência, as pessoas tiveram que adaptar suas casas para manterem-se seguras durante o período do "inverno amazônico" que compreende os meses de novembro a abril, que são de chuvas intensas.

Com base no plano de contingência do município de Rio Branco (2020), tem-se que a maior parte das áreas inundáveis desta municipalidade está localizada na planície de inundação do rio Acre, e quando há o transbordamento do curso d'água, cujo volume de vazão excede a capacidade da calha principal, resulta no alcance das habitações ali

instaladas e a depender da magnitude e intensidade das chuvas, afetam as edificações localizadas em áreas próximas, por intermédio de redes de drenagem.

As áreas sujeitas às inundações, bem como os riscos associados à esta tipologia de desastre é de conhecimento da população e do poder público. Contudo, por essas áreas já serem ocupadas, pouco pode ser feito em curto prazo. Os moradores que habitam estas regiões, bem como o poder público, esperam o início das chuvas para prever a retirada das pessoas para um abrigo temporário até o rio dar sinal de vazante. Essa prática ocorre desde o processo de ocupação das margens do rio Acre com maior intensidade, ou seja, a partir dos anos 1970.

Na cidade de Rio Branco, a cota de alerta do rio Acre é de 13,50m e a cota para o transbordamento é de 14,00m (Tabela 1). A cota de alerta serve para a sinalização da ameaça de transbordamento. Para a segunda medição, as casas que se encontram presentes nas áreas de risco passam a ser afetadas pela força das águas e são retiradas pela defesa civil. Logo, as pessoas são levadas, juntamente com seus pertences para abrigos temporários.

Tabela 1. Análise situacional de enchente em Rio Branco.

Situação	Parâmetro (m)
Observação e normalidade alerta	(Nível 13,50m)
Sem enchente	(Nível 13,49 ≤ 13,99m)
Pequena enchente	(Nível 14,00 ≤ 14,99m)
Média enchente	(Nível 15,00 ≤ 15,99m)
Grande enchente	(Nível 16,00 ≤ 16,99m)
Enchente extraordinária	(Nível ≥ 17,00)

Fonte: Plano de Contingência, Município de Rio Branco (2020).

A magnitude e o grau de impacto desses eventos podem ser classificados a partir de algumas variáveis de referência: (1) nível do rio Acre, (2) tempo (dias) de permanência acima da cota de alerta, (3) número de atingidos, (4) número de desabrigados, (5) custos despendidos para as ações de resposta (socorro e assistência), (6) danos (humanos, materiais e ambientais) e (7) prejuízos (econômicos e sociais).

No presente ano de 2024, o nível do rio Acre foi de 17,75m, tem sido considerado um dos maiores níveis em metros, o que levou o estado do Acre a decretar calamidade. Mais de 25 mil famílias foram desabrigadas e os prejuízos aos cofres públicos ultrapassaram R$ 200 milhões a R$ 600 milhões, conforme divulgado em inúmeros sites de notícias e de agências oficiais daquela Unidade da Federação.

Medidas como o fortalecimento das leis ambientais, o estímulo à economia verde e o envolvimento das comunidades locais na gestão sustentável dos recursos naturais são passos essenciais na promoção da responsabilidade ambiental na região amazônica. Além disso, é crucial investir em educação ambiental e conscientização pública para que as

futuras gerações compreendam a importância de preservar e conservar o meio ambiente para garantir um futuro próspero e equilibrado para todos.

Em suma, a formação das cidades na Amazônia, com o uso dos rios como elemento central, exige um compromisso firme com a responsabilidade ambiental para garantir o bem-estar das comunidades locais e a preservação dos preciosos ecossistemas amazônicos. Somente mediante a um esforço conjunto e consciente podemos assegurar um futuro sustentável para a região e seus habitantes, humanos e não humanos.

O olhar feminino frente aos fenômenos de natureza climática

A preservação do Planeta é uma prerrogativa de todos os seres humanos, mas é imprescindível destacar o papel das mulheres nas comunidades amazônicas, pois são as que frequentemente lideram as iniciativas de adaptação e resposta a esses desafios, o que demonstra um profundo conhecimento local e uma conexão íntima com o ambiente. Portanto, ao abordar as questões relacionadas às mudanças climáticas e à preservação da Amazônia, é essencial reconhecer e valorizar o papel das mulheres não apenas como vítimas, mas como agentes ativas na busca por soluções sustentáveis e na promoção da saúde e bem-estar em suas comunidades.

Destaca-se que o câmbio climático tem por consequências as ações humanas, principalmente dos homens, que são os detentores do poder. De acordo com Santisteban (2019, p. 9),

> El cambio climático es producto de una cultura de "control" de la naturaleza y de prácticas de deforestación y extracción para fines utilitarios. Pero a su vez, estas prácticas no hubieran podido concretarse en empresas devastadoras y crueles sin un sentido común que, durante años de colonialismo, sedujeran con sus valores de aventurerismo, arrojo, valentía y demás características a colonos, descubridores, aventureros y navegantes: hombres, usualmente.

Neste combate contra as ações dos poderes hegemônicos, que estão nas mãos, predominantes, dos homens brancos, as mulheres, principalmente as rurais (e indígenas), estão na contramão destes feitos, e buscam alternativas para lidar com as crises climáticas.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD (2023), apresenta, com base em Food and Agriculture Organization – FAO (2011), que as mulheres rurais (uma extensão para mulheres de populações tradicionais) tivessem os mesmos acessos e recursos que os homens, a produção agrícola dos países em desenvolvimento, aumentaria de 2,5% a 4%, assim como diminuiria entre 12% a 17% o número de pessoas desnutridas no mundo.

Logo, tem-se que o cuidado com o Planeta, além da responsabilidade com a sociedade, é uma das prerrogativas femininas, não por ter uma abertura ao cuidado[7], mas por ser um ser com consciência coletiva, supraindividual. Santisteban (2019, p. 9) afirma que:

> Las mujeres indígenas y rurales son agentes clave para alcanzar la seguridad alimentaria, conservar la biodiversidad, impulsar acciones de adaptación ante el cambio climático, reducir la pobreza y lograr el desarrollo sostenible. Estos esfuerzos demuestran cómo las mujeres rurales no solo enfrentan desafíos, sino que también lideran iniciativas valiosas para proteger el medio ambiente y mejorar sus propias vidas, lo que tiene un impacto positivo en sus comunidades y en el desarrollo sostenible en general.

A responsabilidade feminina com o meio ambiente é vista não apenas como uma característica inerente ao gênero, mas como uma manifestação de uma consciência coletiva que transcende o individualismo, ou seja, supraindividual.

É imprescindível validar que as mulheres são agentes de mudança essenciais para alcançar objetivos globais importantes, como segurança alimentar, a proteção dos territórios e sustentabilidade ambiental. Deste modo, as mulheres, especialmente as de comunidades indígenas e rurais, por atuarem diretamente com a terra, sendo esta uma extensão do que se é, desempenham um papel indispensável e ativo na promoção de práticas sustentáveis e na liderança de esforços para a preservação do meio ambiente, movidas por uma consciência coletiva que beneficia não apenas suas comunidades, mas o Planeta como um todo.

A discussão sobre proteção e enfrentamento às mudanças climáticas está intimamente entrelaçada com os papéis desempenhados por mulheres na Amazônia brasileira. É imperativo destacar que a luta pelo direito à terra e pela preservação da floresta não é uma novidade; muitas vezes, são as mulheres que lideram as iniciativas em prol do bem comum. Por meio de suas ações, elas não só demonstram uma profunda conexão com o ambiente em que vivem, mas também desempenham um papel vital na defesa e sustentabilidade da região.

A preservação das florestas e de seus recursos reflete a conexão intrínseca entre a humanidade e o ambiente do seu entorno. Ao abordar os riscos de desastres naturais, Bollin e Hidajat (2013, p. 384) destacam que as mulheres frequentemente lideram as primeiras respostas a esses desafios, de modo que evidencia a diferença no impacto das situações de desastre entre homens e mulheres. Reconhecer essa distinção é crucial para promover abordagens comunitárias que visam não apenas a equidade de gênero, mas também a preservação do meio ambiente.

Ao trazer essa interpretação para a Amazônia brasileira, torna-se evidente que as mulheres desempenham um papel imperativo na defesa desse território. A preservação das florestas e dos recursos amazônicos não é apenas uma questão ambiental, mas uma extensão do que significa ser humano, o qual habita um espaço rico em significados e símbolos.

Nesse contexto, compreende-se que há uma profunda união entre o corpo das mulheres e o território que habitam, o que evidencia a conexão intrínseca entre a pessoa humana e o ambiente que a cerca. Diante da urgência em enfrentar a crise climática, torna-

se primordial reconhecer o papel das mulheres na Amazônia brasileira como agentes de mudança e sustentabilidade. Para compreender sua contribuição, destacam-se quatro eixos que evidenciam a relevância de suas ações:

1. **Valorização do conhecimento vernacular das mulheres**: ressalta a relevância de reconhecer e valorizar o conhecimento tradicional das mulheres, que é fundamental para compreender as dinâmicas climáticas locais e desenvolver estratégias de adaptação e mitigação;
2. **Autonomia comunitária liderada por mulheres**: elas desempenham um papel essencial na promoção da autonomia das comunidades amazônicas para enfrentar os desafios climáticos, de modo a fortalecer a capacidade da comunidade de agir em sua própria defesa;
3. **Fortalecimento da comunidade liderado por mulheres**: destaca-se o papel das mulheres na construção de vínculos comunitários sólidos e na promoção da participação de todos na busca por soluções sustentáveis para enfrentar a crise climática;
4. **Valorização da perspectiva de gênero liderada por mulheres**: reconhecer e respeitar o trabalho das mulheres, bem como compreender suas diferentes abordagens na luta contra a crise climática, são elementos essenciais para uma abordagem eficaz e inclusiva.

Percepções indígenas e as mudanças climáticas

As Terras Indígenas (TIs) na Amazônia, ainda que recebam inúmeras pressões externas, tem-se constituído como barreiras protetivas contra o desmatamento e devastação, de modo que cooperam diretamente para o cumprimento da Agenda Climática, isto é, mediante a retenção ou impedimento das emissões de gases que produzem efeito estufa, ao tempo em que garante a sustentação da biodiversidade e outras utilizações racionais da infraestrutura natural da Terra. Estas contribuições asseguram, para além dos ganhos ambientais, retornos financeiros diferenciados de longo prazo, não apenas aos indígenas, mas também aos proprietários do entorno das TIs aos proprietários da terra, aos agricultores, pecuaristas, investidores e financiadores, visto que as florestas geram benefícios mediante Pagamentos de Serviços Ambientais - PSAs.

Em conformidade com IPAM (2015, p.1) na Amazônia brasileira, as TIs "cobrem uma fração significativa da região (27%) da área com florestas e abrigam 173 etnias", as quais são imprescindíveis para a conservação da biodiversidade por atuarem "como barreiras gigantes ao avanço do desmatamento. A perda de floresta dentro das TIs foi inferior a 2% no período 2000-2014, enquanto a média de área desmatada na Amazônia no mesmo período foi de 19%".

Parte dessas TIs se localiza no chamado "Arco do Desmatamento", que compreende 256 municípios brasileiros com os maiores índices de desmatamento da Amazônia correspondente ao oeste do Maranhão, sul do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre que agrupam aproximadamente 75% do desmatamento da região (Oviedo; Lima; Augusto, 2019).

Esta região, conforme os autores citados, constitui-se como o maior bloco de floresta tropical remanescente e contínua do mundo, a qual cobre aproximadamente 5,4 milhões de km², com estocagem de carbono estimado em 50 bilhões de toneladas, sendo que pouco mais de 80% das florestas estão preservadas, das quais 60% situadas no Brasil. A Amazônia abriga mais de 20% das espécies terrestres conhecidas e é peça fundamental para o equilíbrio climático regional e global (Malhi *et al.*, 2008).

Nesse contexto as populações indígenas e comunidades locais desempenham um papel imprescindível na conservação, na preservação e na gestão sustentável da diversidade agrícola e biológica da Amazônia, bem como dos ecossistemas. No entanto, suas culturas e conhecimentos estão sob ameaça devido às múltiplas pressões e ao enfraquecimento da proteção de seus direitos. Desta maneira, preservar a Amazônia e suas populações, e enfrentar o risco global e os impactos das mudanças climáticas são as tarefas mais urgentes da atualidade.

Uma das iniciativas pioneiras sobre o sequestro de carbono em Terras Indígenas no mundo foi realizada pela Associação Metairelá do Povo Indígena Suruí em parceria com a Kanindé Associação de Defesa Ambiental, em Rondônia, com a elaboração do Diagnóstico Agroambiental Participativo e o Etnozoneamento da Terra Indígena Sete de Setembro - TISS, onde os Paiter Suruí definiram como será feita a gestão do seu território pelos próximos 50 anos e possibilitou a construção do Projeto Carbono Florestal Suruí-PCFS.

O PCFS visava conter o desmatamento e suas respectivas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em uma área marcada por forte pressão de desmatamento em decorrência da expansão de propriedades rurais consolidadas, que demandam novas áreas de floresta para incremento de atividades agrícolas e pecuárias; atualmente a região de entorno está fortemente desmatada e a pressão de madeireiros e fazendeiros na fronteira da TISS é cada vez mais intensa (Associação Metareilá do Povo Indígena Suruí, 2011).

O Projeto Carbono Florestal Suruí (PCFS) integrante do REDD, foi a primeira experiência dentro de uma TI, realizada pelos próprios indígenas. O projeto foi descontinuado em decorrência de uma série de divergências internas, mesmo com tal situação chegou a ter comercialização de uma expressiva quantia de carbono com a Natura Brasil (empresa de cosméticos) e com a Fédération Internationale de Football Association (FIFA) durante a Copa do Mundo de Futebol realizada no Brasil em 2014.

A iniciativa do Carbono Suruí, no entanto, serviu como inspiração multiplicadora para implantação em outras TIs da Amazônia, a exemplo do que tem ocorrido na Terra Indígena Poyanawa, localizada na bacia do Rio Juruá em Mâncio Lima, no estado do Acre, em uma área de 24.499ha, cujo indicador de emissões evitadas de toneladas de CO_2 para o período de 2006-2025 foi estimada em 102.097 toneladas (Amaral *et al.,* 2020), além de ter a expectativa de gerar "R$ 200 mil por ano", mediante práticas que privilegiam atividades agrícolas em áreas degradadas, restauração da floresta e fortalecimento dos quintais agroflorestais, bem como contribuído para evitar o desmatamento, em que este que caiu pela metade nos últimos anos (Zanon, 2021).

Em relação à percepção das mudanças climáticas pelos indígenas na região da Amazônia Sul Ocidental, os discursos existentes indicam certa homogeneidade, visto que sofrem na atualidade as consequências decorrentes deste processo de grandes alterações em suas vidas e no ambiente em que residem.

A título de ilustração, durante os anos de 2022 e 2023, em trabalho de campo na Terra Indígena Kaxarari, localizada em Rondônia e Amazonas, próxima ao estado do Acre, durante os diálogos com o povo originário Kaxarari foram expostas algumas situações muito preocupantes, as quais dizem respeito à continuidade da existência do próprio povo, que sinteticamente são apresentadas, como:

1. As chuvas não estão mais regulares, o que dificulta o planejamento para plantar, para fazer a coleta, pois não se sabe mais quando ocorre. No passado, a gente sabia o que iria acontecer;
2. As frutas e frutos da floresta, como açaí e a castanha agora produzem pouco e mesmo assim mudou o tempo das floradas e das colheitas;
3. As temperaturas estão mais altas do que antes, com isto os rios secam, os peixes morrem e passamos necessidades; o peixe é nossa base alimentar e sem ele fica difícil;
4. Os animais da floresta demoram mais pra nascer e crescer, assim como as árvores e plantas. No entorno de nossa Terra os rios também tem secado, pois não tem mais florestas para dar sustentação de água para os rios. A gente sofre, pois muitas pessoas fazem desmatamento ilegal em nossa Terra, roubam nossas madeiras;
5. Agora quando não é somente chuva muito forte, é seca demorada. No período de chuva as estradas ficam intransitáveis, os rios transbordam e a gente fica ilhada. Na seca tem muita poeira e aumentam os problemas respiratórios e outros relacionados à saúde.

O levantamento na TI Kaxarari constituiu-se em mais de 20 pontos cruciais relacionados às mudanças e crises climáticas que ocorrem na mencionada TI e que se somam a outros problemas de ordem ambiental e humana como desmatamentos, queimadas, apropriações indébitas de madeira, mineração, invasões de território e ameaça à integridade física dos indígenas. Entretanto, a resiliência e resistência dos povos originários, herdadas pelas ancestralidades apontam para perspectivas e alternativas conciliatórias entre a natureza e os seres humanos, como pode ser constatados em projetos de iniciativas coletivas nas Tis Sete de Setembro, Poyanawa, dentre outras.

As mudanças e crises climáticas não podem se desassociar das questões relacionadas à sanidade. Neste sentido, Silva *et al.* (2023) apresenta indispensável contribuição ao debate ao enumerar estudos científicos concernentes aos impacto na saúde entre povos indígenas no Brasil e no Mundo, no período de 2012 a 2022, que direta ou indiretamente vinculam tais processos ao fenômeno climático resultante de incêndios florestais e queimadas, que concomitantemente propiciam o surgimento ou disseminação de doenças.

Percepções locais sobre mudanças e crises climáticas a partir da percepção de moradores da Resex Rio Preto-Jacundá e entorno

As informações relacionadas às percepções dos moradores da Resex Rio Preto-Jacundá e de seu entorno foram coletadas em três momentos (2013, 2015 e 2023) durante levantamentos de campos relacionados ao Projeto REDD+ e ao Plano de Manejo de Uso Múltiplo - PMUM para a Unidade de Conservação (Almeida Silva *et al.*, 2013; Almeida Silva *et al.*, 2016; Almeida Silva *et al.*, 2024).

O REDD+ é uma iniciativa da Associação dos Moradores da Reserva Extrativista do Rio Preto Jacundá e Ribeirinhos do Rio Machado – Asmorex e a empresa Biofílica/ Ambipar, que encontra-se em seu 12º ano de execução, com a participação do Centro de Estudos RioTerra e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – Sedam, cujo horizonte se estende até 2042.

O PMUM ocorre com a parceria entre a Asmorex e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - Sedam, iniciado em 2015 e com horizonte até 2045. Ambas as iniciativas tem apresentado alguns bons resultados, dentre outros: 1) contribuído para evitar o desmatamento e minimização dos efeitos climáticos; 2) melhoria nas condições de habitação, educação e saúde da população extrativista, produção agrícola (especialmente mandioca); 3) implantação de agroindústrias de ativos ambientais (açaí e mandioca), trafegabilidade; 4) promoção de capacitações; 5) implantação de infraestruturas (energia, água, telecomunicações, espaços comunitários, transportes); 6) fortalecimento institucional.

Ainda que tenham ocorrido significativos avanços, é preciso mencionar que as pressões sobre a Resex Rio Preto-Jacundá persistem, sobretudo, com invasões, subtrações ilegais de madeira, atividades predatórias à fauna e flora, ameaças físicas aos moradores, além do que em 2023 foi efetuado crime ambiental em aproximadamente 270ha de área em processo de recuperação ambiental, em que nesta havia cerca de 90.000 pés de açaí *Euterpe spp.* para atividades de bioeconomia e que proporcionaria recursos econômicos aos extrativistas, assim como foram destruídas inúmeras outras espécies de essências florestais que assegurariam a qualidade do ambiente e minimização dos efeitos climáticos.

Durante os trabalhos foram estabelecidos diálogos, sendo que em 2023 todas as 30 famílias extrativistas e aproximadamente 40 unidades familiares do entorno da Resex contribuíram com suas percepções acerca de várias temáticas, especialmente com as relacionadas a mudanças/crises climáticas e o papel da floresta. É oportuno mencionar que 50% dessas famílias tinham alguma noção sobre o tema, enquanto 43,75% afirmaram não possuir quaisquer noções do que se tratava (Almeida Silva; Alves, 2024).

O estudo apontou a relevância da floresta como contribuinte para a redução das emissões de carbono causadas por desmatamento, em que aproximadamente 85% das famílias compreendiam sua relevância regional e planetária. Igual percentual caracteriza-se na percepção e sentido sobre as alterações climáticas ocorridas na região ao longo das últimas quatro décadas para os moradores (Almeida Silva; Alves, 2024).

Os quadros a seguir apresentam algumas das percepções – sintetizadas – dos moradores da Resex Rio Preto-Jacundá e de seu entorno. Deste modo, o Quadro 1 apresenta a compreensão do que os moradores possuem acerca das mudanças/crises climáticas que tem ocorrido na região de Machadinho d'Oeste e Cujubim, as quais impactam suas vidas direta e indiretamente.

Quadro 1. Percepções dos moradores sobre mudanças climáticas.

Moradores da Resex-RPJ	Moradores do Entorno
Friagens praticamente sumiram, e isto são alterações climáticas.	Não existe mais friagens. É só sol e calor, calor e sol o ano todo.
Tem-se a sensação que a temperatura está mais alta e o tempo menos úmidos às mesmas épocas de anos anteriores. O clima a cada ano tem mudado, impede o plantio, o crescimento e florescimento das plantas e a colheita, em decorrência do desmatamento.	A sensação é que o ar está mais denso, pesado e doentio, fica difícil para respirar, principalmente os mais velhos, as crianças e pessoas com problemas respiratórias. Com as mudanças aumentam doenças (dengue, malária, gripe, etc.), além de outras que antes não existiam.
Os plantios são feitos, mas não nascem, e caso germinem, não crescem ou não produzem pouco ou nada. Inclusive a mandioca que é mais resistente tem sofrido com isso.	Parece que o oxigênio diminuiu. Será que é por falta de árvores? O desmatamento causa tudo isso? Suponho que sim, não tenho outra explicação.
Maior tempo seco, favorece o surgimento de combustão espontânea e a disseminação de incêndios florestais, os quais podem sair de controle. O combate é muito complicado, pois podem ocorrer em áreas de difícil acesso.	A natureza reage, pois está febril e doente. Vamos pagar por tudo que fizemos de errado com ela. O ser humano só quer tirar da terra, não devolve nada de bom, só quer lucro e agora chegou a hora da natureza cobrar o que dela foi retirado.
As mudanças faz com que a floresta produza menos, assim como o tempo de florada é menor.	As estiagens estão mais constantes, prejudicam a pesca e dificulta a navegação no rio Machado e os igarapés da região.
Maior tempo de estiagem tem provocado a diminuição do volume d'água dos rios, isso prejudica as comunidades ribeirinhas que dependem de peixe e navegação.	Prejudica a produtividade, assim os alimentos ficam mais caros. Os açudes de peixes e locais d'água para gado tem ficado mais secos.
Menor quantidade de chuva dificulta a procriação das faunas aquática e terrestres. Os bichos demoram mais a se procriar.	O calor está mais intenso e a natureza possui menor umidade. Assim, pastagens, plantas e lavouras secam e nos causam grandes e graves prejuízos econômicos.
As chuvas estão desreguladas e com pior distribuição no ano. Tem ocorrido ventos mais fortes e trombas d'água que ocasionam danos ao solo (erosão, voçorocas, assoreamento, etc.).	Não é mudança no clima é mudança dos tempos. É o fim dos tempos. Estava tudo previsto. O ser humano tem feito de tudo para acelerar a catástrofe, esqueceu-se da natureza e aí está o resultado.
Rios e nascentes têm secado com maior intensidade do que em outros tempos.	Tem-se mais ventos, tempestades, vendavais e raios que caem. No passado tinha também, mas não causavam tanto estragos. É o fim dos tempos como fala a Bíblia que diz que "nos fins dos tempos aconteceria furacões, maremotos, terremotos".
Prejudica o abastecimento de água, visto que o lençol freático fica mais profundo.	Tem menos dias de chuvas, porém estão mais fortes e causam estragos em casas, matam animais, levam as vitaminas da terra, derrubam árvores, entre outras coisas.

Fonte: Almeida Silva e Alves (2024).

O Quadro 2 traz algumas das consequências produzidas pela ocorrência dessas mudanças/crises climáticas, em que foram percebidas e sentidas ao longo de suas vivências na região.

Quadro 2. Fenômenos mais recorrentes na percepção dos moradores.

Moradores da Resex-RPJ	Moradores do Entorno
Maior número de dias com estiagem.	As estiagens estão mais longas.
Ampliação crescente de temporais, vendavais e chuvas fortes.	Elevação das temperaturas acima do normal.
Enxurradas e inundações mais fortes e em maior número.	Enxurradas e inundações mais fortes e que causam processos erosivos.
Ocorrência de danos físicos às infraestruturas produtivas e às residências.	Potencialização de danos materiais nas propriedades devido excesso oufalta de chuvas.
Os terrenos estão preparados, mas nada da chuva aparecer por aqui para plantar.	Morte de animais devido aos temporais e secas dos cursos d'água. Ocorrência de chuvas de granizo, o que causa estragos significativos.
Surgimento na região de entorno grandes voçorocas, ravinamentos e outros processos erosivos, os quais tem engolido terras, pastagens e assoreado rios e igarapés. Tudo isto é por causa do desmatamento e só ficam os prejuízos ao meio ambiente.	Incerteza quanto à época de plantio e da colheita devido às mudanças do tempo. Talvez seja preciso ter agricultura e pastagem irrigada, para não sofrer mais prejuízo, mas isso se as fontes não secarem também.

Fonte: Almeida Silva e Alves (2024).

Oportuno situar que a Resex Rio Preto-Jacundá e entorno poderá ser ainda mais impactada, caso ocorra a implantação da Usina Hidrelétrica de Tabajara, onde se inundará grandes extensas de áreas, provavelmente com sobreposição de parte da floresta da mencionada Resex. A inundação de área florestal, em tese, favorece a formação e liberação de gases potencializadores de efeitos atmosféricos, o que tornará a situação mais agravante.

O Quadro 3 apresenta a percepção dos moradores sobre o papel desempenhado pelas florestas como serviços ambientais de alta relevância para a região e o Planeta, seja do ponto de vista social, da biodiversidade ou econômico.

Deste modo, verifica-se a preocupação, sobretudo, dos moradores da Resex, no sentido de conservação e preservação da natureza, por entenderem como essencial à própria sobrevivência física, cultural e territorial, visto que possuem interdependência com o que a floresta representa em seu modo de vida.

Quadro 3. Contribuições da floresta na percepção dos moradores.

Moradores da Resex-RPJ	Moradores do Entorno
Provedora de serviços ambientais que contribuem com o sistema ecológico climático. É necessário cuidar das UCs e Terras Indígenaspara que não ocorra o esgotamento desses e outros serviços que as florestas proporcionam à humanidade.	Proteção e preservação das margens e nascentes dos rios.
A floresta contribui e contribuirá em muito, mas é indispensável ter o controle ambiental decorrente de ações humanas.	Produção de oxigênio e de alimentos.
A contribuição é feita, tanto que Rondônia tem-se utilizado de dados dos nossos projetos para apresentar em eventos internacionais o que a floresta representa, e consiga mais recursos financeiros para proteção e conservação das florestas.	Diminuição do efeito estufa.
A Resex Rio Preto-Jacundá integra municípios que também ganham direta e indiretamentecom a floresta. Ela ajuda na contenção de temporais e outros fenômenos que poderiam ser mais catastróficos sem a sua presença. Serve para livrar de muitos problemas vinculados às mudanças e crises climáticas.	Formação de chuvas, sequestro de carbono e controle do clima.

Fonte: Almeida Silva e Alves (2024).

Deste modo, constata-se que o nível de apreensão e compreensão sobre as questões relacionadas às mudanças/crises climáticas ao ser comparadas entre os extrativistas e agricultores do entorno da Resex Rio Preto-Jacundá tem relação direta com o uso dos recursos naturais, como base de sustentação da vida, embora as consequências dos impactos se abatem sobre toda a população da região.

Considerações finais

A compreensão sobre os fenômenos climáticos e suas interações decorrem de vários fatores, dentre elas, a participação inerente às atividades humanas, as quais tem proporcionado com significativos impactos produtores de mudanças desde as escalas locais até global. Assim, o efeito estufa e o aquecimento global estão vinculados às fontes emissoras de gases poluentes nocivos à atmosfera, mediante à utilização de combustíveis fósseis, conversão das florestas para diferentes usos da terra, marcadas pela monocultura agrícola e pecuária, dentre outros, os quais *pari passu* também contribuem com a diminuição da sociobiodiversidade.

As mudanças climáticas, a partir da perspectiva de diferentes povos da Amazônia, têm produzido, inclusive, a ressignificação de valores políticos, culturais, sociais, econômicos, ambientais e espirituais em diversas comunidades da região. Um dos exemplos citados em trabalho de campo, por exemplo, se dá com a menor produtividade da castanheira da Amazônia *Bertholettia excelsa*, em que a florescência, crescimento e colheita dos frutos provenientes da espécie tem sido alterada, em virtude de excesso ou ausência de chuvas nos períodos apropriados.

A castanha, o açaí, dentre outras espécies florísticas que constituem como suporte alimentar para inúmeras populações, além de contribuir para o meio ambiente, à economia, possuem ligação efetiva espiritual, cuja ausência perpassa a morte física, ou seja, constitui-se como morte simbólica. Situação semelhante também é apontado em relação à fauna, especialmente, a aquática que se constitui como base alimentar e fonte proteica das populações tradicionais e povos originários.

Há que se considerar que as mudanças climáticas produzem impactos sob diferentes contextos, com consequências de intensidade elevada no meio urbano e rural em escala planetária e com menor temporalidade entre os eventos climáticos. Como exemplos mais recentes na Amazônia, podem ser pontuados:

a) Em 2013-2014 houve a maior enchente registrada no rio Madeira, em Rondônia, cujos prejuízos econômicos foram enormes e os reflexos sociais ainda são sentidos na atualidade;

b) Em 2023 teve a seca histórica no Amazonas, o que impediu a navegação dos rios, com isto trouxe enormes transtornos econômicos, sociais, dentre outros, tanto no meio rural e urbano;

c) Em 2024, o estado do Acre foi atingido por enchentes que resultaram em milhares de famílias desabrigadas e enormes prejuizos econômicos. Para 2024, conforme os modelos estatísticos projetam para a região amazônica, o segundo semestre deverá sofrer com secas extremadas que poderão causar vultosas baixas na produtividade agricultura e perdas financeiras gigantescas, o que de modo afetará não somente a região, mas a economia do país;

d) Abre-se um parêntese para abordar o papel da Amazônia, a qual contribui para o fluxo climático do Planeta, e culminado com outros fatores atmosféricos e climáticos, além da ausência de ações firmes na prevenção de desastres ambientais, resultou em 2024 que o Rio Grande do Sul foi duramente castigado pelo elevado índice de precipitação pluviométrica que atingiu mais de 90% dos municípios gaúchos, com milhares de desabrigados, sendo que os locais atingidos e seus prejuízos materiais provavelmente sejam reestabelecidos em décadas; entretanto, os traumas psicológicos de inúmeras pessoas possivelmente nunca sejam totalmente eliminados em decorrência do evento de extrema intensidade.

Neste sentido, tem-se claro que tanto o ambiente rural quanto o urbano são afetados, todavia, neste último se constata como o mais caótico, em razão do contingente humano existente. É preciso destacar, no entanto, que mulheres, populações tradicionais, povos indígenas, agricultores familiares e minorias com pouco ou nenhum poder econômico são os mais vulneráveis a essas mudanças.

Por outro lado, os segmentos mencionados podem ser parte da solução, vez que desenvolvem práticas sobre proteção/conservação ambiental que possibilitam o enfrentamento de mudanças climáticas, ao tempo em que desempenham um papel vital na defesa e sustentabilidade da região. Dentre essas práticas podem ser apontadas os sistemas agroflorestais, por exemplo, visto que para eles, a natureza e os recursos dela provenientes, se estabelecem como conexão intrínseca entre a humanidade e o ambiente do seu entorno.

É indispensável constatar que as culturas e conhecimentos desses povos e segmentos humanos debatidos no texto encontram-se sob permanente ameaça, em virtude das inúmeras pressões e constantes tentativas de enfraquecimento da proteção a seus direitos, todavia, são portadores de resiliência e resistência frente ao modelo econômico e social, bem como eles têm muito a ensinar devido suas experiências, vivências e percepções de mundo.

O texto apresentou algumas inquietudes reflexivas a partir das percepções, sentidos, representações e significados, com os quais as populações amazônicas, especialmente, povos tradicionais e indígenas possuem a compreensão que o Planeta é único e precisa de cuidados contínuos até mesmo para a sobrevivência da espécie humana, sem desconsiderar as demais que integram o conjunto da sociobiodiversidade.

Por fim, tem-se que considerar que os impactos provenientes das mudanças climáticas são múltiplos, de modo que afetam ecossistemas, populações humanas e economias em escala global. Dentro do contexto desses impactos e mudanças, existem as preocupações das agências oficiais multilaterais, governos, sociedade civil e instituições não governamentais para que sejam alcançados os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, propostos pela Organização das Nações Unidas, sendo que todos são de grande relevância para a Terra e à humanidade.

Nota

7 Neste texto, exclui-se do pensamento que a mulher é um ser humano que possui previamente uma abertura ao cuidado com o outro, sendo considerada, naturalmente, mais dócil. Considera-se que a mulher e o homem possuem as mesmas "estruturas", como: corpo, alma e espírito (Stein, 2003). Contudo, em nossa interpretação, a diferença entre a mulher e o homem está na abertura que se tem no que se compreende de ao *outro eu*. Em nossa percepção, as mulheres apresentam uma maior consciência no processo de apreensão e percepção dos seres viventes do entorno, em uma consciência comunitária onde só existe a presença de um *eu* devido aos diversos *outros eus.*

Referências

ADGER, W. N.; DESSAI, S.; GOULDEN, M.; HULME, M.; LORENZONI, I.; NELSON, D.R.; WREFORD, A. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, 93(3-4), 335-354, 2009.

ADGER, W. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, 24(3), 347-364, 2000.

ADGER, W.N.; ARNELL, N.W.; TOMPKINS, E.L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change**, 15(2), 77-86, 2005.

AGRAWAL, A. et al. **Climate change and agriculture**: adaptation strategies and

mitigation opportunities. Routledge, 2020.

AGRAWAL, A.; GIBSON, C.C. Enchantment and disenchantment: The role of community in natural resource conservation. **World Development**, 27(4), 629-649, 1999.

ALMEIDA SILVA, A.; ALVES, H.V.S. (Orgs). **Diagnóstico Socioeconômico REDD+ da Reserva Extrativista Rio Preto-Jacundá**: análise de dez anos do projeto REDD+. São Paulo: Biofílica, 2024.

ALMEIDA SILVA, A.; et al. (Orgs). **Diagnóstico Socioeconômico da Reserva Extrativista Rio Preto-Jacundá**: Plano de Manejo de Uso Múltiplo. Porto Velho: CES RioTerra/Sedam-RO, 2016.

ALMEIDA SILVA, A.; et al. (Orgs). **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Região do Projeto REDD+ da Resex Rio Preto-Jacundá**. Porto Velho: RioTerra/ Biofílica, 2013.

AMARAL, E.F. et. al. **Desmatamento evitado na Terra Indígena Poyanawa, Mâncio Lima, AC, Brasil**. Rio Branco: Embrapa, 2020a.

AMARAL, E.F. et. al. **Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às mudanças do clima de Rio Branco**. Rio Branco: Prefeitura de Rio Branco, 2020b.

ANDRADE FILHO, V.S.; et al. Distribuição especial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001- 2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, n. 01, p. 245-253, 2017. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/630/63049169028.pdf. Acesso em: 10 mar 2024.

ARMITAGE, D.R.; PLUMMER, R.; BERKES, F.; ARTHUR, R.I.; CHARLES, A.T.; DAVIDSON-HUNT, I.J.; WOLLENBERG, E.K. Adaptive co-management for social–ecological complexity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 7(2), 95-102, 2009.

ASSOCIAÇÃO METAREILÁ DO POVO INDÍGENA SURUÍ. **Projeto de Carbono Florestal Suruí**. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/CCBA/Projects/Surui_Forest_Carbon_project/PCFS_PDD_portugues_V1.pdf>. 2011. Acesso em 20 dez 2023.

BERKES, F. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. **Journal of Environmental Management**, 90(5), 1692-1702, 2009.

BERKES, F. **Sacred ecology**: traditional ecological knowledge and resource management. Taylor & Francis, 2008.

BOLLIN, C; HIDAJAT, R. Community-based risk index: Pilot implementation in Indonesia. *In* BIRKMANN, J. (ed.) **Measuring vulnerability to natural hazards:** towards disaster resilient societies. 2.ed. Tokyo y New York: United Nations University, p. 383-400, 2013.

BROOKS, N.; ADGER, W.N.; KELLY, P.M. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. **Global Environmental Change**, 15(2), 151-163, 2005.

BROWN, F. et al. Monitoramento de fumaça em tempo real mediante sensores de baixo

custo instalados na Amazônia sul-ocidental. XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14 a 17 abril de 2016. **Anais**[...]. Disponível em: <http://acrebioclima.net/abcpublications/Environment_and_Health/SBSR-Sensores%20PurpleAir15out18_ nal5-ref.pdf>. Acesso em: 10 fev 2022.

CRUZ, T.A. **Mulheres trabalhadoras rurais em movimento**: uma história de resistência – Vales do Acre e Médio Purus, 1988-1998. Rio Branco: EDUFAC, 2010.

DOURADO DA SILVA, S.; ALMEIDA SILVA, A. O protagonismo invisibilizado da mulher na floresta Amazônica-Acreana. **Revista Latino-Americana de Geografia e Gênero**, 11(1), 20-34, 2020. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/rlagg/article/view/14831>. Acesso em 10 fev 2022.

FOLKE, C. et al. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society**, 15(4), 20, 2010.

FOLKE, C.; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J. Adaptive governance of social-ecological systems. **Annual Review of Environment and Resources**, 30, 441-473, 2005.

GROTHMANN, T.; PATT, A. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. **Global Environmental Change**, 15(3), 199-213, 2005.

HULME, M. **Why we disagree about climate change**: understanding controversy, inaction and opportunity. Cambridge University Press, 2009.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. São José do Rio Preto. INPE, 2020.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Terras indígenas na Amazônia brasileira**: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento. CRISOSTOMO, A.C.; et al. (Orgs.). Brasília: IPAM, 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/terras_ind%C3%ADgenas_na_amaz%C3%B4nia_brasileira_.pdf>. Acesso em 10 abr 2024.

IPCC - Intergovernmental panel on climate change. **AR6 Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2014**: synthesis report. contribution of working groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, Switzerland, 2018.

IPCC. IPCC **Sixth assessment report**: climate change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, 2021.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

LEAL FILHO, W.; FREITAS, L.E. (eds.) **Climate change adaptation in Latin America**: managing vulnerability, fostering resilience. Berlim: Springer, 2019.

LEISEROWITZ, A.; MAIBACH, E.; ROSER-RENOUF, C.; HMIELOWSKI, J.D. **Extreme weather, climate & preparedness in the American mind**. Yale University and George Mason University. Yale Project on Climate Change Communication, 2012.

MALHI, Y.; TIMMONS ROBERTS, J.; BETTS, R.A.; KILLEEN, T.J.; NOBRE, C.A. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. **Science**, 319: 169-172, 2018. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1146961>. Acesso em 10 abr 2024.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Assembleia Geral das Nações Unidas, 2015.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, 325(5939), 419-422, 2009.

OSTROM, E. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. **Global Environmental Change**, 20(4), 550-557, 2010.

OVIEDO, A.; LIMA, W.P.; AUGUSTO, C. **O Arco do Desmatamento e suas flechas**. Brasília: Instituto Socioambiental – ISA, 2019. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/nova_geografia_do_arco_do_desmatamento_isa.pdf>. Acesso em 10 abr 2024.

PELLING, M. **Adaptation to climate change**: From resilience to transformation. Routledge, 2011.

PEREIRA, H.M. et al. Global trends in climate change science research from 1981 to 2019. **Environmental Research Letters**, 15(12), 123006, 2020.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Mujeres rurales, agentes de cambio para conservar la biodiversidad en México**. México: PNUD, 2023. Disponível em: https://www.undp.org/es/mexico/historias/mujeres-rurales-agentes-de-cambio-para-conservar-la-biodiversidad-en-mexico. Acesso em 30 abr 2024.

SÁ NETO, M.; et al. Análise da concentração de partículas totais em suspensão (Dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio): um estudo de caso no município de Ananindeua, Estado do Pará, norte do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. João Pessoa, v.50, n.10, p.575-586, 2018. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v5n10/v05n10a12.pdf>. Acesso em: 10 mar 2024.

SANTISTEBAN, R.S.; et al. Prólogo. **Mujeres indígenas frente al cambio climático**. Lima: IWGIA, Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas, 2019. 224p. Disponível em: <https://www.iwgia.org/images/documentos/Libros/MujeresIndigenasCambioClimatico19.pdf>. Acesso em 30 abr 2024.

SHIVA, V. (1999). El saber propio de las mujeres y la conservación de la biodiversidad. **Cuadernos del Guincho**, 7, p.90-99, 1999.

SHRIVASTAVA, M.; et al. Urban pollution greatly enhances formation of natural aerosols

over the Amazon rainforest. **Nature Communications**, v. 10, Article number: 1046, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-08909-4>. Acesso em: 10 mai 2024.

SILVA, V.M. et al. Incêndios florestais e queimadas: impactos de saúde em comunidades indígenas. **Ciências Sociais Aplicadas**, ed. 120, março/23. Disponível em: <https://revistaft.com.br/incendios-florestais-e-queimadas-impactos-de-saude-em-comunidades-indigenas/>. Acesso em 10 abr 2024.

SOTO-GARCÍA, L.; et al. Evaluation of the carbon content of aerosols from the burning of biomass in the Brazilian Amazon using thermal, optical and thermal-optical analysis methods, **Atmos. Chem. Phys**., 11, 4425-4444. 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c303/a90a8f9744a01c046427edc508dedae20176.pdf>. Acesso em: 10 ago 2022.

STEIN, E. Estructura de la persona humana. *In*: STEIN, E. **Obras Completas IV**. Escritos Antropológicos y Pedagógicos. (Magisterio de vida cristiana, 1926-1933). Editorial Espiritualidad, 2003, p.555-749.

TESSUM, C.; et al. (2021). PM 2,5 polluters disproportionately and systemically affect people of color in the United States. **Science Advances**, v.7, n. 18, 2021. https://depts.washington.edu/airqual/Marshall_139.pdf. Acesso em: 10 mar 2024.

UNDP - United Nations Development Programme. **Human Development Report 2007/2008**: Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. UNDP, 2007.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. **Convention on Climate Change Paris Agreement**. United Nations, 2015.

ZANON, S. **Terra Indígena no Acre é freio para o desmatamento e pode começar a gerar créditos de carbono**. Rio Branco: Mongabay, 2021. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2021/09/terra-indigena-no-acre-e-freio-para-o-desmatamento-e-pode-comecar-a-gerar-creditos-de-carbono/>. Acesso em 10 mar 2024.

O CONHECIMENTO ANCESTRAL DOS POVOS ORIGINÁRIOS EM APOIO AO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

THE ANCESTRAL KNOWLEDGE OF ORIGINAL PEOPLES IN SUPPORT OF COPING WITH THE CLIMATE CRISIS

EL CONOCIMIENTO ANCESTRAL DE LOS PUEBLOS ORIGINALES EN APOYO AL ENFRENTAMIENTO DE LA CRISIS CLIMÁTICA

LE SAVOIR ANCESTRAL DES PEUPLES ORIGINAUX POUR FAIRE FACE À LA CRISE CLIMATIQUE

Edenilson Sebastião[1]

1Autor pertence à etnia Terena, cacique da Aldeia Kopenoti da Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP e Geógrafo pela Universidade do Sagrado Coração, Bauru - SP. Atua como assessor parlamentar do Deputado Federal Ivan Valente – PSOL – SP. E-mail: chicaoterena@gmail.com.

As mudanças climáticas são definidas pela ONU (2024) como "as transformações, a longo prazo nos padrões de temperatura e clima do planeta terra".

Tais mudanças vem causando impactos significativos em escala global e afetam negativamente a biodiversidade, a qualidade de vida e a saúde das populações humanas, animais e das demais formas de vida; impactam todos os biomas e ecossistemas do planeta.

Os anciões indígenas já previam e sentiam que um dia chegaria o fim dos seres humanos, porque homem tem a ganância de exaurir os recursos naturais em nome do acúmulo de riqueza e em busca da modernidade e expansão das tecnologias no mundo, causando o que podemos chamar de "aquecimento global antropogênico", responsável pelas mudanças climáticas.

A mitigação das mudanças climáticas envolve aspectos ambientais, sociais e econômicos e requerem um novo modo de pensar e de interagir com o mundo, baseado na sustentabilidade e na inclusão social, conforme nos ensinam os nossos ancestrais indígenas.

Os anciões Terena, etnia indígena brasileira pertencente ao grupo maior dos Guanás, têm um papel importante nesse processo, pois trazem consigo conhecimento milenares, que são passados de geração em geração, ensinando que não é preciso explorar toda a terra economicamente, mas sim, tirar apenas o sustento da nossa comunidade.

O modo de vida, as relações sociais e ambientais da comunidade indígena da Terra Indígena Araribá nos oferece bons exemplos para adiarmos o fim do mundo, conforme aventado por Krenac (2017).

A Terra Indígena (TI) Araribá ocupa uma área de 1.930,33 hectares no município de Avaí/SP. Situa-se na Área de Proteção Ambiental do Rio Batalha/ APA Rio Batalha, uma unidade de conservação de uso sustentável estadual. A gestão da unidade de conservação é feita pela Fundação Florestal e possui parceria com a comunidade indígena no desenvolvimento de atividades socioambientais.

É uma terra compartilhada pelas etnias Guarani, Guarani Ñandeva, Terena e Kaingangs, que ocupam as aldeias Nimuendaju, Ekeruá, Tereguá, Kopenoti.

Trata-se de um território tradicionalmente ocupado, reservado através do Decreto Estadual 2.371-F, de 28/04/1913 e demarcada em 1985.

A homologação ocorreu em 1991 com a edição do Decreto Presidencial 308, devidamente registrada no 1º CRI de Bauru – SP.

A homologação é a última etapa do processo de regularização das terras indígenas e assegura que os povos originários podem usufruir de forma plena e exclusiva dos recursos naturais, conforme prevê a Constituição Federal; o que, de fato se observa em Araribá. A segurança jurídica, proporcionada pelo justo reconhecimento ao território dos povos ancestrais é um fator determinante para a prosperidade das aldeias.

Porém, atualmente esse status fundiário não se verifica em todas as terras indígenas do Brasil, que vêm sendo ameaçadas por expedientes espúrios por parte do atual poder legislativo federal brasileiro. Como exemplo podemos citar a Lei 14.701/23.

Esta lei, promulgada pelo Congresso Nacional em janeiro de 2024 só admite a demarcação de terras indígenas que já estavam ocupadas ou eram disputadas pelos povos originários até 5 de outubro de 1988, data da promulgação da Constituição Federal.

Nos dizeres da coordenadora da Frente Parlamentar em Defesa dos Povos Indígenas, deputada Célia Xakriabá (Psol-MG), citada por Agência Câmara de Notícias (2024): "O marco temporal é uma tese anticivilizatória de país, é premiar ladrões de terras indígenas e uma derrota para toda a humanidade. Acabamos de sair da COP (COP29 realizada em novembro de 2024 na cidade de Baku no Azerbaijão), e nós, povos indígenas, somos tidos como uma das últimas soluções para barrar a crise climática".

A comunidade indígena de Araribá vem crescendo nas últimas décadas, conforme se observa no Quadro 1.

Quadro 1. Crescimento da comunidade indígena de Araribá.

Ano	População na Terra Indígena	Fonte
2022	649	IBGE
2014	616	Siasi/Sesai
2013	587	Siasi/Sesai
2010	527	Funai/Litoral Sudeste
2010	567	Siasi/Funasa
2008	572	Siasi/Funasa
2004	585	Funai
1998	436	Funai/Bauru
1994	380	Funai

Fonte: Instituto Socioambiental (ISA), (2024).

Esse incremento populacional de 170% em aproximadamente 3 décadas na TI Araribá é um dado relevante, dado que, conforme Castro e Silva *et al.* (2022), desde a invasão dos europeus até o momento atual, houve redução de cerca de 99% da população indígena brasileira.

O município de Avaí/SP é o município com maior população indígena no Estado de São Paulo e a comunidade é bastante representativa regionalmente; divulgando sua cultura e seus valores para a sociedade dos brancos.

A comunidade da Terra Indígena de Araribá mantém roças para a subsistência e plantio de mandioca para comercialização. Desenvolve ainda atividades de piscicultura, pecuária de corte e leite, além de artesanato.

Possui também profissionais na área da saúde e da educação que atuam exclusivamente no território e, muitos jovens ainda residentes nas aldeias são estudantes universitários. A população é muito dinâmica social e economicamente, mantendo seus saberes, sua língua e seus valores.

Em 2023 a TI passou a contar com uma equipe para combate aos incêndios florestais, vinculada ao governo federal, formada exclusivamente por moradores indígenas das aldeias.

Os incêndios florestais são bastante comuns na região devido à alta suscetibilidade no período da seca, e tem grande potencial de devastação dos ambientes naturais e a brigada de incêndios cumpre um papel importante de prevenção e enfrentamento nestes eventos.

Além deste vetor de degradação, a TI Araribá enfrenta outros problemas ambientais, como por exemplo erosão dos solos, problemas com saneamento básico, matas ciliares do Rio Araribá também parcialmente degradadas e outros vetores de pressão em áreas contíguas.

A TI está situada na microbacia hidrográfica do rio Araribá– que corta o território longitudinalmente – e deságua no rio Batalha. O rio, suas nascentes e pequenos córregos presentes na bacia são fator de identidade socioambiental e cultural para os moradores das aldeias. No passado existia um grande volume de água limpa e, também, pesca farta para consumo das comunidades. Atualmente percebe-se assoreamento e a redução no nível da água que tem sido contaminada por agrotóxicos utilizados na prática agrícola em áreas vizinhas, tornando a pesca uma atividade muito prejudicada.

O modo de vida da comunidade indígena de Araribá é intrinsecamente amiga dos ambientes naturais e em acréscimo a essa característica, no enfrentamento às mudanças climáticas vêm sendo desenvolvidos projetos e adotadas medidas ambientais de caráter preventivo, corretivo ou compensatório, bem como as medidas potencializadoras.

Conforme Hans-Otto Pörtner, co-presidente do Grupo de Trabalho II do IPCC (ONU, 2024), existem opções para se adaptar às mudanças climáticas.

O autor indica que "Ecossistemas mais saudáveis são mais resilientes às mudanças climáticas e proporcionam serviços críticos para a vida, como alimentos e água limpa". E ainda: "Ao restaurar ecossistemas degradados e efetivamente e equitativamente conservando entre 30 e 50% do território da terra, de fontes de água e de habitats oceânicos, podemos acelerar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, mas adequar o apoio financeiro e político é essencial".

Nesse sentido, no ano de 2017 o Instituto para Defesa do Meio Ambiente Indígena (IDMAI) em parceria com o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e com o Instituto Pró-terra promoveu plantios de restauração das matas ciliares em três nascentes e às margens dos afluentes do rio Araribá. Outras ações de restauração dos ambientes naturais degradados na TI seguem sendo adotadas.

Podemos citar os trabalhos de Educação Florestal e reflorestamento estão sendo realizado em parceria com SOS Mata Atlântica, APA Rio Batalha/Fundação Florestal, FUNAI e Grupo de Observadores de Aves(GOA) de Bauru. Os alunos das escolas possuem uma sólida formação em conservação ambiental, aliando o conhecimento de seu povo com o aprendizado de técnicas de restauração e conservação ambiental, botânica, observação e identificação de aves, etc..

No primeiro semestre de 2024 a escola indígena Kopenoti realizou o evento "Atividade pedagógica e de integração socioambiental na APA Rio Batalha/Fundação Florestal",

com plantio de inúmeras mudas de Araribá e diversas espécies florestais, inclusive com o plantio de mudas com potencial para uso em artesanato terena e guarani. Neste contexto, a restauração florestal do homem branco incluiu mais um importante critério para o sucesso do plantio, qual seja a identidade e a valorização cultural e social das árvores.

Uma atividade de caráter continuado em Araribá é a conscientização da prevenção e combate aos incêndios florestais, além de palestras nas escolas envolvendo as crianças e professores indígenas.

No ano de 2021 a comunidade indígena visitou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Instrumentação de São Carlos – SP) na busca de soluções para equacionar os problemas de saneamento, o que resultou em uma ação emergencial feita pela SABESP.

Os caciques da TI e técnicos da SESAI têm obtido o apoio da Prefeitura de Avaí para tornar a comunidade indígena dotada de esgotos 100% tratados.

A "Associação Cultura Viva, Expressão Nativa Kopenoti", formado por artesões indígenas e professores da escola da aldeia vem desenvolvendo o projeto de Etnoturismo de Base Comunitária, conduzindo visitantes dos municípios da região em trilhas ecológicas desenvolvidas pela associação.

Em conclusão, pela significativa atuação na conservação e restauração dos ambientes naturais e no desenvolvimento de atividade educativas de caráter ambiental a Terra Indígena Araribá / TI Araribá tem se tornado um exemplo regional no enfrentamento das mudanças climáticas.

Um outro aspecto a ser destacado é que ações eficazes contra as mudanças climáticas exigem uma boa relação, coordenação e colaboração com países em todo mundo. Entretanto, os países estando em conflitos e fomentando as guerras, comprometem a busca de consenso nas inúmeras Conferências do clima realizadas nas últimas quatro décadas.

E, este é outro exemplo histórico dado pelos povos originários de Araribá. Até 1932 o território Araribá era povoado exclusivamente pelo grupo tupi-guarani. Entretanto, com o objetivo de salvaguardar a TI que estava sendo invadida por fazendeiros que desmatavam para produção cafeeira, vieram de Mato Grosso do Sul membros da etnia Terena.

Desde então, a integração entre parentes foi tão exitosa que deu origem às aldeias Tereguá, resultante da fusão entre Terenas e Guaranis.

A Terra Indígena Araribá recebeu, em data mais recente, famílias Kaingangs, vindas de Dourados, que também já estão integrados à dinâmica socioambiental da comunidade. Assim, a comunidade indígena de Araribá, de origens tão diversas, com famílias linguísticas distintas (Aruak, Guarani e Jê) mostra a grande sabedoria de convivência harmônica, respeito e partilha de território entre diferentes povos.

A capacidade de compartilhar saberes e trabalhar coletivamente, de forma sistemática, organizada e formal é outro exemplo importante das aldeias de Araribá. Temos em nossa comunidade sete organizações com diferentes temas e configurações. O

Quadro 2 mostra, de acordo com ISA (2024):

Quadro 2. Organizações das aldeias de Araribá.

Organização	Sigla
Associação Comunitária dos Artesãos da Reserva Indígena de Araribá	ACARIA
Associação Comunitária Indígena Guarani - Posto Indígena Araribá	
Associação das Mulheres Indígenas do Centro-Oeste Paulista	AMICOP
Associação Renascer em Apoio à Cultura Indígena	ARACI
Coletivo de Mulheres Indígenas da TI Araribá	
Cooperativa Agrícola e de Alimentos Indígenas	COAPYGUA
Instituto de Defesa do Meio Ambiente Indígena	IDMAI

Fonte: Instituto Socioambiental (ISA), 2024.

Mais recentemente foram constituídas outras associações muito atuantes: a "Associação Cultura Viva, Expressão Nativa Kopenoti", e também a "Associação dos Agricultores Familiares Indígenas", que busca o resgate da agricultura indígena e dos padrões alimentares tradicionais.

Esse modo de vida socialmente integrativo coaduna com Kopenawa (2010), líder yanomami que explicita as diferenças entre a cultura ocidental e a do seu povo e conclui que há "lugar neste planeta para todos os povos e todas as culturas conviverem e que há diversos povos que não abrem mão de um modo de vida mais sintonizado com o com o cosmo natural e com o espírito da floresta".

De acordo com Castro (2023) que estudou os textos de 2017 de nosso parente Airton Krenak, devemos fazer uma "reflexão importante: a de que esse processo de acumulação primitiva contemporâneo envolve não apenas formas de expropriação de riquezas econômicas, mas também de expropriação de riquezas culturais e da própria riqueza do existir, a riqueza existencial da humanidade, a riqueza de estar vivo, de dar sentido à vida em sociedade e de dotar a própria vida de sentido".

O Brasil terá uma experiência importante para discussão sobre mudanças climáticas, com a realização da COP-30. A participação do movimento indígena, dos povos indígenas e movimento social organizado, deverá ter uma participação de destaque nesse processo e temos bons exemplos para apresentar.

Os seres humanos não conseguiram ou não querem entender que o planeta pede socorro, que grandes empreendimentos vêm causando desastres ambientais em todos os biomas.

Os povos indígenas têm manifestado preocupação com a saúde da Terra há muito tempo e não somos ouvidos pelos governantes.

Que nós, os povos ancestrais do Brasil possamos resgatar o "sentido à vida em sociedade e dotar a própria vida de sentido".

Referências

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. **Congresso promulga o marco temporal para terras indígenas, mas polêmicas seguem na Justiça**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1029997-congresso-promulga-o-marco-temporal-para-terras-indigenas-mas-polemicas-seguem-na-justica/%2003/01/2024>.

CASTRO E SILVA, MARCOS ARAÚJO; FERRAZ, TIAGO; M. COUTO-SILVA, CAINÃ; B. LEMES, RENAN; NUNES, KELLY; COMAS, DAVID; HÜNEMEIER, TÁBITA. Population Histories and Genomic Diversity of South American Natives, **Molecular Biology and Evolution**, volume 39, issue 1, january 2022, msab339. Disponível em: <https://doi.Org/10.1093/Molbev/msab339>

CASTRO, KASANDRA CONCEIÇÃO. KRENAK, Ailton. 2017. Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Companhia das Letras. 104 p. In: **Mana** 29(2): e2023032, 2023. https://doi.org/10.1590/1678-49442023v29n2e2023032.pt

FEIJÓ, JULIANNE HOLDER DA CÂMARA SILVA. A capacidade civil indígena. **Direitos Fundamentais & Justiça**. Ano 8, nº 28, p.209-228, Jul./Set. 2014

KOPENAWA, DAVI; ALBERT, BRUCE. **A queda do céu**. Palavras de um xamã yanomami. São Paulo: Cia. das Letras, 2015 [2010].

KRENAK, AILTON. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São paulo: companhia das letras, 2017.

ONU. **Mudanças climáticas:** ameaça ao bem-estar humano e à saúde do planeta. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/173693-mudan%c3%a7as-clim%c3%a1ticas-amea%c3%a7a-ao-bem-estar-humano-e-%c3%a0-sa%c3%bade-do-planeta>. 2024.

TERRA INDÍGENAS. **Terra Indígena Araribá**. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3599>. [s.d.].

TERRA INDÍGENAS. **Demografia**. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3599#demografia> [s.d.]



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

4

Impactos humanos no meio ambiente: desnaturalização de desastres e as mudanças climáticas



A RELAÇÃO ENTRE A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO E O AUMENTO DA FREQUÊNCIA DAS INUNDAÇÕES NAS ÁREAS URBANIZADAS

THE RELATIONSHIP BETWEEN WATERPROOFING OF SOIL AND THE INCREASED FREQUENCY OF FLOODING IN URBAN AREAS

LA RELACIÓN ENTRE EL SELLADO DEL SUELO Y LA MAYOR FRECUENCIA DE INUNDACIONES EN ZONAS URBANIZADAS

LA RELATION ENTRE L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS ET LA FRÉQUENCE AUGUMENTATION DES INONDATIONS DANS LES ZONES URBANISÉES

Rosangela do Amaral[1]
Jurandyr Luciano Sanches Ross[2]

1 Pesquisadora Científica do Instituto de Pesquisas Ambientais, Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8315-0546. E-mail: roamaral@sp.gov.br.
2 Professor Doutor do Departamento de Geografia/FFLCH/USP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7726-2960. E-mail: juraross@usp.br.

Introdução

As inundações são fenômenos naturais representados pelo transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou as áreas de várzea (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007; Amaral; Ribeiro, 2009).

A utilização de áreas de várzea é histórica e está ligada à grande dificuldade de deslocamento e escoamento de mercadorias no passado, quando se utilizava o rio como meio de transporte principal. Os rios também eram utilizados para obtenção de água para consumo e áreas de cultivo, bem como para disposição de dejetos. Assim, as cidades se desenvolveram preferencialmente às margens dos rios e no litoral. A área a ser ocupada dependia da memória dos habitantes locais em relação à extensão e a frequência com que as inundações ocorriam. Uma sequência de anos sem ocorrência de inundações constituía motivo para a sociedade avançar a ocupação nas planícies. Com o crescimento desordenado e acelerado das cidades, essas áreas foram sendo cada vez mais ocupadas e impermeabilizadas, e as inundações passaram a representar desastres, atingindo a população e gerando impactos e prejuízos humanos (mortos e afetados) e financeiros especialmente nas regiões metropolitanas (Tucci, 1995, 2002, 2003; Tavares; Silva, 2008).

A ocupação urbana interfere e transforma o comportamento hidrológico local, o que causa efeitos na redução da infiltração da água no solo e consequente aumento do escoamento superficial. A velocidade com que as águas chegam às planícies fluviais, seja por escoamento em superfícies impermeáveis ou pelas galerias de águas pluviais e servidas, é um fator preponderante para a ocorrência das inundações nas áreas urbanas, bem como as alterações aplicadas aos cursos d'água, como as retificações e as canalizações (Dunne; Leopold, 1978; Teixeira, 2005).

Um estudo de caso na bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga, São Paulo/SP estabeleceu um histórico comparativo entre o adensamento urbano e consequente aumento dos graus de impermeabilização com a quantidade de inundações registradas, bem como os impactos decorrentes.

Materiais e Métodos

O presente estudo é baseado na análise integrada da paisagem, que tem fundamento nas concepções de Geossistemas, desenvolvidas por Bertrand (1971), Sotchava (1978) e Monteiro (2000), nos estudos de Ecossistema e Ecodinâmica de Tricart (1977) e de Fragilidade Ambiental, desenvolvida por Ross (1994). Essas análises sistêmicas consideram que os fatores do meio físico e os do meio antrópico agem de forma conjunta e integrada, e que, no decorrer de um período são responsáveis pela configuração e reconfigurações da paisagem.

A urbanização nas grandes cidades altera não só a paisagem como também toda a dinâmica hidrológica da bacia. Para compreender o comportamento hidrológico nas áreas

urbanas é necessário identificar todos os componentes do escoamento, naturais e antrópicos, e a interação entre eles, o que constitui a principal dificuldade nos estudos (Amaral, 2020).

A impermeabilização do solo é um indicador de grande importância na análise hidrológica de áreas urbanas, pois gera mudanças na magnitude e na velocidade do processo de escoamento superficial (Salvadore; Bronders; Batelaan, 2015; Tucci, 2000).

Quanto maior a densidade populacional e a urbanização, maiores são as taxas de impermeabilização apresentadas. Em alguns casos, a taxa de infiltração é praticamente nula (Dunne; Leopold, 1978).

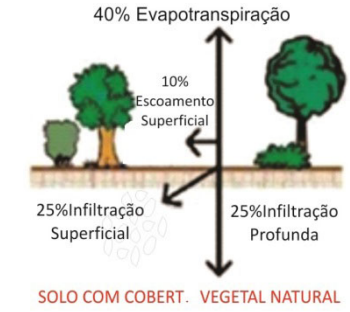
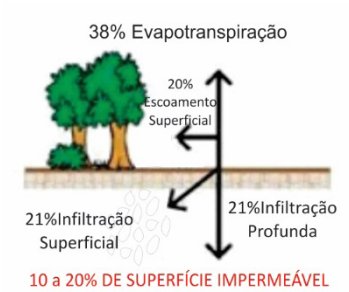
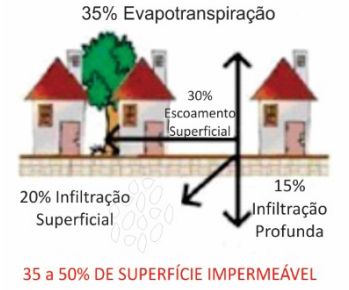
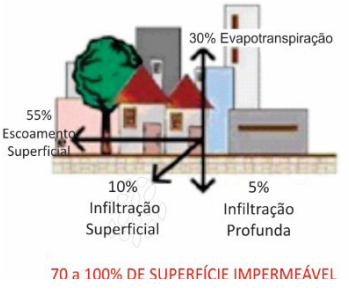
Ponce (1989) realizou estudo que demonstrou as diferenças no escoamento superficial constatadas em áreas urbanas com diferentes densidades de ocupação e de impermeabilização, caracterizadas pelo uso da terra. Áreas com ocupações adensadas, como as de usos comerciais, industriais e vias pavimentadas podem causar coeficientes de até 0,95 de escoamento, o que significa apenas 0,05 de coeficiente de infiltração em superfície.

Desta forma, o escoamento concentrado e em alta velocidade nas vertentes chega às planícies e canais de drenagem rapidamente. Como a maioria das planícies fluviais em áreas urbanas também está ocupada e impermeabilizada, as inundações atingem os habitantes dessas áreas.

O Quadro 1 apresenta a evolução dos estágios de urbanização e as alterações comuns no uso da terra e no canal dos cursos d'água, de forma a compreender seus efeitos no comportamento hidrológico.

Observa-se que à medida que há uma evolução no estágio da urbanização ocorrem alterações nas taxas de escoamento superficial, evapotranspiração, infiltração superficial e profunda, implicando em consequências hidrológicas e ambientais.

Quadro 1. Estágios da urbanização e seus possíveis efeitos hidrológicos.

Estágio de urbanização	Mudanças no uso da terra e da água	Possíveis efeitos hidrológicos
Pré-ocupação urbana  	--	--
Transição entre a pré-ocupação para estágio inicial de urbanização  	• Remoção de algumas árvores ou vegetação; • Construção de casas de forma esparsa e acesso limitado às redes de água e esgoto; • Perfuração de poços; • Construção de fossas sépticas e valas sanitárias.	• Diminuição da evapotranspiração e aumento do escoamento superficial; • Rebaixamento do nível d'água; • Diminuição da umidade do solo; • Algumas inundações pontuais; • Contaminação de poços de água ou rios pelas fossas sépticas e valas sanitárias.
Transição entre o estágio inicial para estágio médio de urbanização  	• Movimentação de terra e remoção da camada superficial do solo para a instalação de construções civis e ruas pavimentadas; • Construção de pequenos reservatórios de água para captação e abastecimento público; • Disposição de esgoto em cursos d'água.	• Erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água; • Aumento do fluxo nas inundações. • Desaparecimento de pequenos cursos d'água; • Diminuição da evapotranspiração e da infiltração, aumento do escoamento superficial; • Rebaixamento do nível da água subterrânea; • Poluição das águas por disposição de esgoto.
Transição entre o estágio médio para a urbanização consolidada  	• Consolidação urbana, com construções adensadas e ruas pavimentadas; • Aumento de esgoto e da demanda de água para abastecimento público; • Retificação e canalização de rios para construção nas margens; • Instalação de tubulações de esgoto e coleta de água pluvial direcionadas para os rios.	• Assoreamento de rios; • Diminuição da infiltração e rebaixamento do nível d'água; • Aumento de fluxo e velocidade do escoamento superficial, associados à enxurradas; • Poluição dos cursos d'água e redução de biodiversidade; • Inundações provocadas por alterações na forma e dinâmica dos rios.

Fonte: Adaptado de Morisawa (1985) e de Teixeira (2005).

Amaral (2020) avaliou a bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga a partir do ano em que dispõe da informação mais antiga, e sua evolução de uso e ocupação ao longo do último século que causaram modificações na dinâmica da paisagem.

Para analisar a relação entre a impermeabilização dos solos e as inundações ocorridas, foram selecionadas duas variáveis: graus de impermeabilização e o histórico de eventos de inundação.

Para avaliar as mudanças geradas pelo impacto antrópico do adensamento populacional e consequente impermeabilização da superfície, se optou pela análise multitemporal a partir de mapas, aerofotos e imagens de satélite, com o objetivo de delimitar o avanço das áreas construídas ao longo do último século (Boudou; Danière; Lang, 2016; Faccini *et al.,* 2015; Cœur; Lang, 2008). Foram consultadas cartas do Projeto Sara Brasil (1930), as imagens aerofotogramétricas dos anos de 1940 e 1954, obtidas junto à Prefeitura da Cidade de São Paulo (Mapa Digital da Cidade de São Paulo - PMSP, 2017a), e de 1958 e 1994, que, assim como as imagens de satélite dos anos de 2010 e 2017, foram obtidas junto ao acervo do Instituto Geológico (IG) (material digital). Para obtenção dos dados populacionais, foi consultado o histórico demográfico da Prefeitura da Cidade de São Paulo (PMSP, 2017b).

Para avaliar o histórico das inundações foram relacionados os eventos registrados a partir das notícias de jornal e dados de órgãos públicos oficiais, conforme proposto por IG (2009), Gutjahr *et al.* (2010) e Fernandes da Silva *et al.* (2014). As notícias de jornais foram consultadas conforme a disponibilidade de acervo de cada meio de comunicação. Santos e Amaral (2017) consultaram os seguintes meios de comunicação: o jornal digital Ipiranga News, com dados do período entre 2009 e 2016; o acervo digital do jornal Folha de São Paulo, com dados entre 1960 e 2016; o acervo digital do jornal O Estado de São Paulo, com acesso às edições do período entre 1875 e 2017; o arquivo do Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura do Município de São Paulo (CGE/PMSP), com dados do período entre 2000 e 2017. Adicionalmente também foram consultados dados do Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo, do Departamento de Águas e Energia Elétrica, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (SAISP/DAEE/FCTH), que compreenderam o período entre 2007 e 2017.

Os dados foram agrupados por períodos, de forma a espacializar os pontos com os eventos registrados e suas alterações e recorrências ao longo do período analisado.

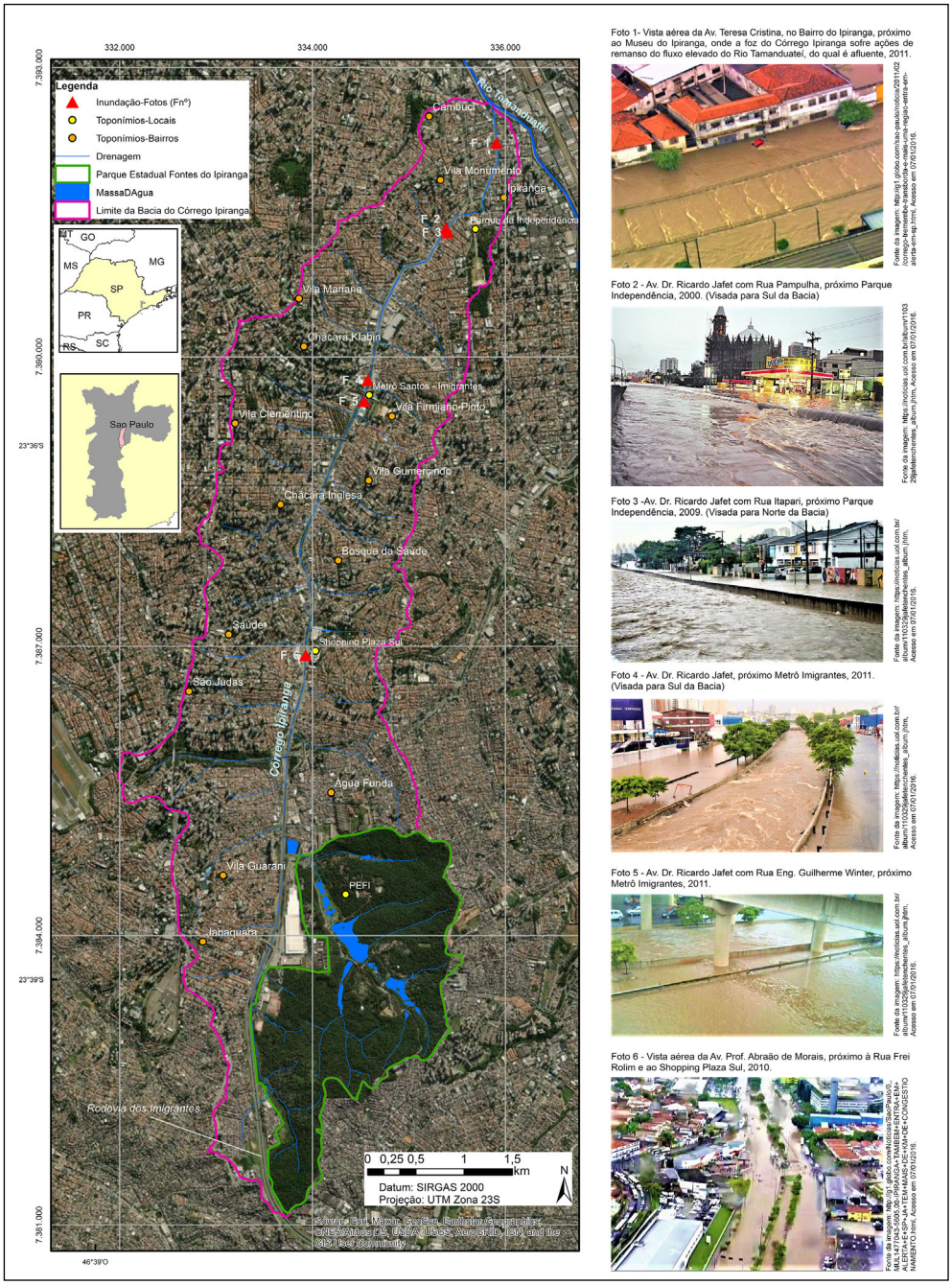
Resultados

Área de estudo

A área selecionada para o estudo foi a bacia do Córrego Ipiranga, denominado historicamente como Riacho do Ipiranga, localizado entre os Bairros da Água Funda e Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (Figura 1). O local registra anualmente inundações, que apresentam como consequências diversos transtornos, prejuízos sociais e econômicos. Às margens do córrego estão situadas as Avenidas Dr. Ricardo Jafet e Prof. Abraão de Morais, vias que ligam a zona sul ao centro da cidade, apresentando grande fluxo de veículos e considerável infraestrutura de comércio e residências. Essas avenidas também são um importante acesso da capital para o litoral pela Rodovia dos Imigrantes.

O Córrego Ipiranga é um dos principais afluentes do Rio Tamanduateí, componente da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI) Alto Tietê, que abrange os municípios da Região Metropolitana de São Paulo.

Sua extensão é de aproximadamente 11 km e sua área de contribuição corresponde a 23 km². Desse total, cerca de 80% estão urbanizados e os 20% restantes estão representados pelo remanescente de mata do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI). O PEFI é um dos mais significativos remanescentes de Mata Atlântica inseridos em área urbana no Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 1. Localização da bacia do Córrego Ipiranga, em São Paulo/SP e fotos publicadas na mídia apresentando eventos de inundação em vários pontos.

Ocupação urbana e intervenções antrópicas

A partir dos dados obtidos de mapas, aerofotos e imagens de satélite em análise multitemporal, foi realizado um mapeamento e geração de dados quantitativos de uso do solo. Para simplificar a análise, foram diferenciadas apenas duas situações relevantes para esse caso: as áreas construídas e as áreas permeáveis, conforme a Tabela 1.

Esses dados foram relacionados com o aumento da população na região e o estágio de urbanização de cada período. Foram levantados para o cálculo populacional os habitantes dos distritos de Cambuci, Cursino, Ipiranga, Jabaquara, Saúde e Vila Mariana, para ilustrar o crescimento populacional regional por décadas. Os dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo iniciam a partir de 1950, com números absolutos de habitantes a cada década. Em 2010 o grau de urbanização do município de São Paulo atingiu 99,1% (PMSP, 2017b).

Tabela 1. Relação percentual entre as áreas construídas e áreas permeáveis na Bacia do Córrego Ipiranga no período entre 1930 e 2017 e estimativa de crescimento populacional na região (distritos de Cambuci, Cursino, Ipiranga, Jabaquara, Saúde e Vila Mariana).

Ano	Área construída (%)	Área permeável (%)	População estimada (Nº abs. hab.)	Estágio de urbanização
1930	3,38	96,62	-	Pré-ocupação
1940	19,69	80,31	-	Inicial
1954	49,95	50,05	267.906 (1950)	Médio
1958	55,40	44,60	-	
1962	60,23	39,77	427.719 (1960)	
1994	79,44	20,56	687.524 (2000)	Consolidada
2010	80,19	19,81	739.955	
2017	80,39	19,61	-	

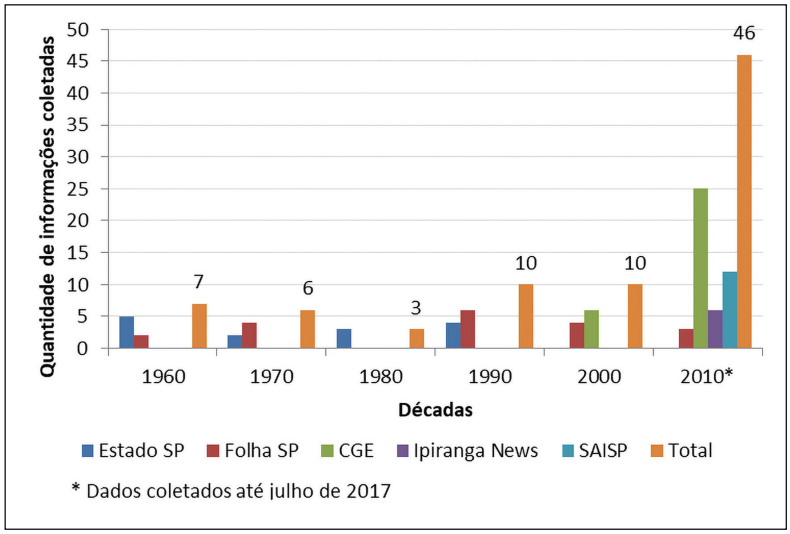
Fonte: Amaral (2020), PMSP (2017b) e Teixeira (2005).

Observa-se que o aumento das áreas construídas e a evolução dos estágios de urbanização é paralelo ao crescimento populacional na região. Consequentemente, ocorre a redução dos terrenos permeáveis.

Histórico de eventos de inundação

Os dados analisados são baseados em Santos e Amaral (2017) e dados do acervo do SAISP/DAEE/FCTH. A compilação dos dados coletados mostra que a quantidade de informações sobre as inundações na bacia do Córrego Ipiranga aumentou nas últimas

décadas. A maior veiculação de notícias pela mídia pode ser devido ao impacto das inundações na dinâmica de circulação e economia no local. No total foram registradas 82 ocorrências de inundação no período entre 1965 e 2017 (Figura 2).



Fonte: Amaral (2020).

Figura 2. Quantidade de notícias de inundação na Bacia do Córrego Ipiranga, São Paulo/SP, por décadas e por fonte consultada.

A distribuição dos eventos por década, a frequência média anual e o tempo de retorno estimado são apresentados na Tabela 2. À medida que a frequência aumenta, o tempo de retorno estimado diminui.

Tabela 2. Frequência média anual e tempo de retorno estimado para os registros de inundação da Bacia do Córrego Ipiranga, São Paulo/SP, de acordo com as notícias de jornais e de fontes oficiais.

Década	Quantidade de eventos	Frequência média anual	Tempo de retorno (anos)
1960-69	7	0,78	1,3
1970-79	6	0,67	1,5
1980-89	3	0,33	3,0
1990-99	10	1,11	0,9
2000-09	10	1,11	0,9
2010-17*	46	6,13	0,2

* Dados coletados até julho de 2017.

Fonte: Amaral (2020).

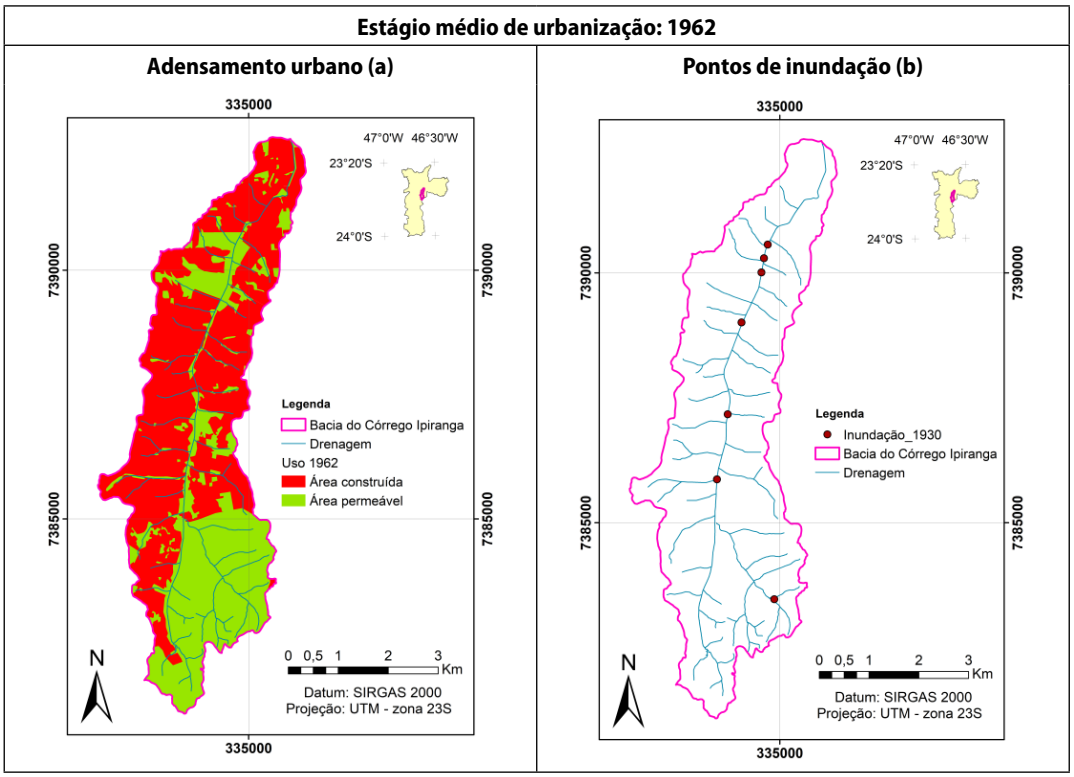
De acordo com os dados se observa que até a década de 1980 ocorria menos de um evento anual de inundação na bacia. Nas décadas de 1990 e 2000, acima de um evento anual e, finalmente, na década de 2010 foram registrados mais de 6 eventos anuais.

Relação entre a impermeabilização e os pontos de inundação

Para avaliar as mudanças geradas pelo impacto antrópico do adensamento populacional e consequente impermeabilização da superfície, Amaral, Gutjahr e Ross (2021) realizaram uma análise multitemporal, a partir dos mapas, aerofotos e imagens de satélite, com o objetivo de correlacionar o avanço das áreas construídas e a ocorrência dos pontos de inundação.

As Figuras 3 e 4 apresentam a evolução em 2 recortes temporais (1962 e 2017), com intervalos de 55 anos entre eles. Esses intervalos foram definidos em função das datas das imagens aerofotogramétricas e de satélite obtidas, que foram utilizadas na interpretação do adensamento urbano. Também representam dois cenários de estágios de urbanização: o médio e a urbanização consolidada.

O estágio médio de urbanização na bacia se inicia entre as décadas de 1950 e 1960, quando a urbanização avança em direção ao sul (Figura 3a). Estima-se que os pontos de inundação mapeados no Mapa do Sara Brasil (1930) permaneciam ativos, pois até 1962 as áreas denominadas como brejo ainda não apresentavam ocupações próximas e ainda não havia registro de notícias relacionadas com inundações nessa região (Figura 3b). Ainda nessa década se inicia a construção da Av. Água Funda, hoje denominada Av. Dr. Ricardo Jafet, nas duas margens do Córrego. A inauguração da avenida foi em 1967 e as obras foram concluídas em 1970, com parte do Programa Plano de Avenidas de São Paulo e viabilizou toda a ocupação das áreas de várzea que ainda estavam preservadas nesse trecho da bacia.

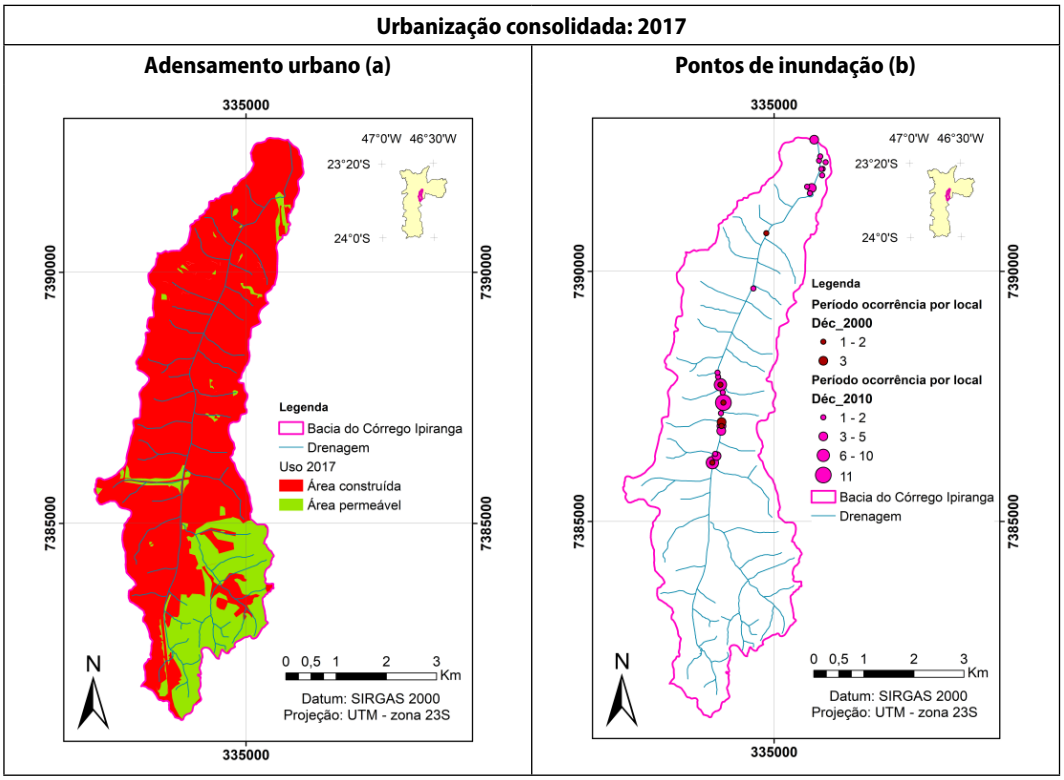


Fonte: Amaral (2020).

Figura 3. Situação em 1962: (a) Área Construída= 60,23%; Área Permeável= 39,67%; (b) Pontos de inundação, mapeados como áreas de brejos (Sara Brasil).

No período entre 1962 e 2017 a urbanização ocupa praticamente toda a extensão da bacia, passando para o estágio de urbanização consolidada. Restaram como áreas permeáveis os poucos fragmentos de vegetação em áreas protegidas por parques (como o PEFI e o Parque da Independência), em áreas de canteiros centrais de grandes avenidas ou em pequenas áreas verdes públicas. A partir da década de 1990 ocorre uma estabilidade na expansão horizontal da urbanização, e se inicia o processo de verticalização (Figura 4a).

Nesse período, a partir de 1965, são registradas as primeiras notícias de inundações no Córrego Ipiranga e os danos relacionados. A partir de 2010 as notícias apontam o aumento dos pontos de inundação no médio curso e jusante. Um desses pontos, localizado no médio curso, apresentou 11 ocorrências no período entre 2010 e 2017. As notícias relatam danos em residências e comércios, carros submersos e arrastados pelas águas, bairros sem energia elétrica, além de trânsito interrompido por horas. Em alguns eventos o nível de atingimento da água superou 1,6m de altura (Figura 4b).



Fonte: Amaral (2020).

Figura 4. Situação em 2017: (a) Área Construída= 80,39%; Área Permeável= 19,61%; (b) Pontos cadastrados nas notícias e informações oficiais do CGE/PMSP e do SAISP/DAEE/FCTH.

Discussões

As modificações antrópicas devido à ocupação das planícies e a impermeabilização dos solos da bacia está relacionada com a recorrência e com o aumento da frequência dos eventos de inundação.

A evolução da ocupação urbana na bacia teve como características marcantes de cada um de seus estágios:

a) pré-ocupação e urbanização inicial: predomínio da ocupação horizontal esparsa (décadas de 1930 e 1940);

b) urbanização média: predomínio da ocupação horizontal adensada (décadas de 1950 e 1960) e expansão da ocupação para a parte sul da bacia;

c) consolidação urbana: início da verticalização (década de 1990) e o adensamento das áreas verticalizadas (década de 2000 a atual). Ocupação da planície fluvial em praticamente toda a extensão do canal principal.

Essa evolução da ocupação urbana alterou a permeabilidade dos solos e a dinâmica do escoamento superficial na bacia ao longo do tempo, promovendo o escoamento concentrado e em alta velocidade, direcionado para o canal principal.

A partir do estágio de urbanização médio, a bacia passou a apresentar inundações em diversos pontos, concentrados em médio curso e jusante. A frequência anual das inundações se intensificou no período a partir de 2010.

Destaca-se que as ocupações na bacia são todas regularizadas perante os órgãos municipais. No entanto, muitas áreas constituem passivos ambientais, onde a ocupação das planícies se deu anterior ao Código Florestal de 1965. No final da década de 1960, a retificação do canal principal incentivou o adensamento urbano ao longo das avenidas marginais ao córrego, que se tornaram importante ligação da zona sul ao centro da cidade, apesar de todas as legislações vigentes destinarem as várzeas à preservação ambiental.

Fatores físicos também podem contribuir com o aumento da ocorrência de inundações, como as características morfológicas da bacia e as mudanças na intensidade e no regime de chuvas.

A ação antrópica também colabora, por exemplo, nas intervenções nos cursos d'água, como as canalizações e retificações. As consequências das inundações, podem ser maiores ou menores, a depender da organização e vulnerabilidade social e econômica da área atingida, bem como as formas de prevenção e enfrentamento das situações.

Embora a legislação permita intervenções com a possibilidade de novos usos para as áreas recorrentemente atingidas, não há mecanismo que obrigue o Poder Público fazer essas ações.

A solução para essas áreas deve passar por análise multidisciplinar, uma vez que é indispensável viabilizar espaços para a infiltração e escoamento mais lento das águas pluviais, e muitas variáveis devem ser consideradas para proposições coerentes de minimização dos danos.

Referências

AMARAL, R. **Análise integrada do ambiente urbano e as inundações recorrentes:**

caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga (São Paulo/SP). 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 1ª edição, São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 39-52.

AMARAL, Rosangela; GUTJAHR, Mirian; ROSS, Jurandyr. The occurrence of floods in São Paulo, Brazil: the Ipiranga Stream Basin case study. **International Journal of Water Management and Diplomacy**, v. 1, n. 2, p. 5-22, 2021.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra,** 13. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1971.

BOUDOU, M.; DANIÈRE, B.; LANG, M. Assessing changes on urban flood vulnerability through mapping land use from historical information. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 12, p. 161-173, 2016. DOI 10.5194/hess-20-161-2016.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. D.; OGURA, A. T. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

CŒUR, D.; LANG, M. Use of documentary sources on past flood events for flood risk management and land planning. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 340(9), p. 644-650, 2008. DOI 10.1016/j.crte.2008.03.001.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L.B. **Water in Environmental Planning.** New York: WH Freeman and Co, 818 p., 1978.

FACCINI, F.; LUINO, F., SACCHINI, A.; TURCONI, L.; DE GRAFF, J.V. Geohydrological hazards and urban development in the Mediterranean area: an example from Genoa (Liguria, Italy). **Natural Hazards Earth System Sciences**, v. 15, p. 2631-2652, 2015. DOI 10.5194/nhess-15-2631-2015.

FERNANDES DA SILVA, P. C.; ANDRADE, E.; ROSSINI-PENTEADO, D.. Mapeamento de perigos e riscos de inundação: uma abordagem semiquantitativa. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 13-38, 2014.

GUTJAHR, M. R.; RABELLO, J. F. D.; GOMES, M. L. F.; JESUS, M. H. S. Estudos históricos de eventos climáticos extremos na Baixada Santista- SP Brasil. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. **Anais**[...]. Universidade de Coimbra, 2010.

IG - Instituto Geológico. **Banco de Dados Históricos de Desastres Naturais Relacionados a Eventos Climáticos na Baixada Santista**, 2009. Disponível em: <http://200.144.28.233/dnbs/busca.php>. Acesso em 16 fev. 2015.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas** – a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 127p., 2000.

MORISAWA, M. Rivers: form and process. **Geomorphology texts**, v. 7, 1985.

PMSP - PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Mapa Digital da Cidade de São Paulo**, 2017a. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_

SBC.aspx>. Acesso em 21 out. 2017.

PMSP – PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Dados históricos e demográficos. PMSP**, 2017b. Disponível em: <http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/>. Acesso em 21 out. 2017.

PONCE, V. M. **Engineering hydrology:** principles and practices. New Jersey: Prentice Hall, 1989.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**/FFLCH/USP, n.º 8, p. 63-73, 1994.

SALVADORE, E.; BRONDERS, J.; BATELAAN, O. Hydrological modelling of urbanized catchments: A review and future directions, **Journal of Hydrology**, v. 529 (1), p. 62-81, 2015. DOI 10.1016/j.jhydrol.2015.06.028.

SANTOS, A. P.; AMARAL, R. Levantamento histórico de dados de inundação do córrego Ipiranga – São Paulo/SP, In: **Caderno de Resumos do 7º Seminário de Iniciação Cientifica PIBIC**. São Paulo: Instituto Geológico, 2017. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/files/2018/02/RESUMOS_7-SIC-IG_2016.pdf>.

SOTCHAVA, V. B. – Por Uma Teoria de Classificação de Geossistemas da Vida Terrestre. In: **Biogeografia** nº 14. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1978.

TAVARES, A.C; SILVA, A.C.F. **Urbanização, chuvas de verão e inundações:** uma análise episódica. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. v. 3, n.1., 2008.

TEIXEIRA, M. A. N. **Reposição da permeabilidade dos solos** – desafios para o urbanismo futuro. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 97p, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem urbana.** Porto Alegre: ABRH-Editora UFRGS, 1ª Ed., 1995.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, volume 5, nº 1, p.61-68, 2000.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: ABRH- Editora UFRGS, 3ª ed., p. 621-658, 2002.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. **Inundações Urbanas na América do Sul***,* Porto Alegre: ABRH, p. 45-129, 2003.

DO REFUGO HUMANO AO CATASTROFISMO EMANCIPATÓRIO: APONTAMENTOS SOCIOLÓGICOS SOBRE EMERGÊNCIAS PARA ALÉM DO CLIMA

FROM HUMAN WASTE TO EMANCIPATORY CATASTROPHISM: SOCIOLOGICAL NOTES ON EMERGENCIES BEYOND CLIMATE

DE LA CHATARRA HUMANA AL CATASTROFISMO EMANCIPADOR: NOTAS SOCIOLÓGICAS SOBRE EMERGENCIAS MÁS ALLÁ DEL CLIMA

DU DÉCHET HUMAIN AU CATASTROPHISME ÉMANCIPATOIRE: NOTES SOCIOLOGIQUES SUR LES URGENCES AU-DELÀ DU CLIMAT

Norma Valencio[1]

1 Economista, Mestre em Educação (áreas de Filosofia e História), Doutora em Ciências Humanas (área de Ciências Sociais). Profª. Sênior do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1855-3458. E-mail: norma.valencio@ufscar.br.

Agradecimentos: Agradeço a Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru–SP (AGB/Bauru), pela gentileza do honroso convite para participar desta oportuna publicação, especialmente a pessoa do Prof. Lourenço Magnoni Junior. Congratulo e referida Associação pelo valoroso esforço na consolidação das parcerias nacionais e multilaterais na viabilização da presente coletânea. Agradeço, igualmente, o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, processo 2022/09136-1 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento em Pesquisa, CNPq, Bolsa de Produtividade, processo 316828/2023-8 pelos apoios recebidos na viabilização desse estudo.

Introdução

"*Institutions, institutions, institutions*". Assim era o subtítulo do capítulo 13 da brilhante obra de Acemoglu e Robinson, intitulada "*Why nations fail: the origins of power, prosperity and poverty*" (2012), a qual, desde recém-lançada, foi catapultada à condição de *best-seller*. Tive a ventura de adquirir um disputado exemplar em uma livraria londrina e trazê-la ao Brasil, onde, numa empolgação quase pueril, tornei-a leitura mandatória para os meus alunos da disciplina de Sociologia dos Desastres, a qual ministrei, à época, não em uma, mas em três universidades públicas paulistas, junto a programas de pós-graduação, respectivamente, de sociologia, geografia e ciências da engenharia ambiental. E, por qual razão o fiz?

Bem, os autores destacavam, na referida obra, que as nações falhavam em seu desenvolvimento quando as instituições se deixavam capturar por uma racionalidade extrativa e pelo poder concentrado. Ambos se caracterizariam, dentre outros aspectos, pela disseminação sub-reptícia de normas sociais propendentes à naturalização de diversos tipos de violência; por escolhas econômicas que redundavam na perpetuidade da situação de pobreza de uma parte significativa da população local; pela banalização atitudinal de cunho autoritário tanto da parte de governantes quanto de legisladores, instilando-a nos mecanismos correntes de funcionamento do aparato estatal e na relação de servidores públicos com a sociedade civil; pela espetacularização de desmandos praticados por abomináveis – porém, carismáticas – lideranças políticas, no intento de suscitar a descrença social na efetividade da lei e da ordem, instabilizando-as como convenções da vida democrática para desmantelá-las e substituí-las, tijolo por tijolo, por um regime populista de exceção. Ademais, estando as instituições subsumidas a tais preceitos e ações, passar-se-ia a tê-las como ambiente relacional propício à corrupção de agentes públicos e negociatas difusas. A corrupção é uma relação na qual o agente decisório é interpelado por alguém que, em troca de vantagens, sobretudo monetárias, exige decisões enviesadas para a sua vantagem, portanto, fora das regras institucionais (Barros Filho; Praça, 2014). Como prestadoras e/ou reguladoras de serviços públicos, tais instituições seguiriam despreocupadas com a má qualidade e/ou ineficiência do atendimento prestado ao cidadão, especialmente nos quesitos de saúde pública, saneamento e educação básica. O resultado não seria outra senão a propagação descontrolada de vetores de doenças; o espraiamento de ambientes insalubres nos territórios de vivência das camadas mais suscetíveis da população; a cumulatividade dos problemas de saúde ambiental, física e psicossocial; a resignação social – daqueles a quem Bauman (2005) denominaria como *consumidores falhos* – diante o processo de mercantilização e concentração de acesso à água doce, obstruindo o direito humano fundamental a tal recurso natural; por fim, a formação de novas gerações de alienados sociais, apáticos à dinâmica política, desinteressados pelo processo escolarizado e formal de aprendizagem, presas fáceis das sociabilidades antissolidárias, das quais a torpeza das facções criminosas se nutririam, arregimentando-as. Coroam esse panorama as elites econômicas concentradoras de riqueza, fazendo-o ao custo da total ou relativa estagnação econômica do país sem que o Estado lhes cobre a devida conta. Ao

contrário, Estado transmutado no agente financeiro destas e mediador dos grandes negócios privados, em escala global, que as interessa. De mãos dadas, sinalizam ambos, então, para as classes médias e/ou segmentos emergentes da sociedade, quais são as regras, explícitas e tácitas, do jogo da sobrevivência social naquela escala de jurisdição territorial; enredam-nas no pensamento segregacionista e higienista de críticas abertas aos que vivem à margens do progresso; põem-nas nas trincheiras de combate aos eventuais programas de proteção social vigentes, induzindo-as a engrossar a fila de preocupação com o "mercado nervoso" (Feitosa, 2024), o qual demanda tempestivo equilíbrio orçamentário às custas de cortes de gastos em políticas compensatórias para grupos em desvantagem social corroendo, destes últimos, a segurança ínfima que acalentavam na garantia de acesso aos mínimos vitais. Essa ampla gama de dimensões da vulnerabilidade institucional e suas deletérias repercussões, em países de todo o globo, sobre as aspirações locais – ou resquícios delas – de prosperidade econômica distribuída e justiça social ampliada, me moveu a tornar isso o cerne da discussão sobre desastres no Brasil, mormente aqueles denominados como "naturais".

Meu entusiasmo intelectual pouco resultou, porque, com raras exceções, a face aparente dos desastres "naturais" – constituída pelo conjunto de apelos midiáticos ao redor de cenas dramáticas, de falas técnicas e científicas apocalípticas e de grande reverberação – hipnotizou aquela geração de estudantes e norteou a sua compreensão acerca da natureza do problema, ora substituído pelo encantamento com o qualificativo "climático" que obnubila o substantivo "emergência", "crise" ou "desastre". A problemática das disfuncionalidades institucionais lhes parecia fora de propósito no assunto dos desastres, algo assaz irrelevante frente ao fascínio propiciado pelos enquadramentos imagéticos de dramas humanos trazidos à baila, tais como as cenas em que, por um triz, este ou aquele sujeito escapava da morte devido a um golpe de sorte frente à "fúria dos elementos" (tornados, enxurradas, furacões, *tsunamis*); ou, ainda, quando estes se viam, fortuitamente inseridos em circunstâncias ambientais subitamente adversas as quais, ante a inabilidade deles para confrontá-las, lhes cobrava o preço da vida. Com a atenção dirigida à interpretação jornalística relativamente sensacionalista e pasteurizada (Amaral; Pozobon, 2010), baseada em informes técnicos e opiniões científicas de um grupo seleto de consulta quase exclusiva dos principais canais de comunicação, os meus apelos aos estudantes, para que focalizassem a dimensão sociopolítica e socioeconômica subjacente àqueles acontecimentos, pareciam ser de uma trivialidade maçante na etapa de formação científica em que se encontravam.

Paradoxalmente, enquanto imagens, discursos e fóruns sinalizavam, ano após ano, para concertações institucionais multilaterais regulares – por vezes, alvissareiras – quanto ao comprometimento de atores econômicos e políticos relevantes com a urgência de providências de adaptação climática, produzindo uma audiência crédula nas pactuações testemunhadas, as discussões seguiram escamoteando, o quanto possível, a inocuidade das medidas frugais de acolhimento social dos despossuídos comuns da Terra – fugidos das guerras, da fome, da perseguição política, do desemprego estrutural –, quiçá ousando

perscrutar o quanto de inoperabilidade institucional estaria jogando contra a efetividade das medidas de redução de riscos ambientais, presentes e futuros, na vida destes e de novos contingentes de refugos humanos.

Essa é a problemática que situa o presente ensaio no qual, desde uma perspectiva predominantemente sociológica, em dialogia com campos de conhecimento vizinhos, faz-se ponderações sobre as conexões entre o local e o global no contexto desastres de mudanças climáticas. Objetiva-se desnaturalizá-los, iluminando ocorrências emblemáticas desde a mirada na tessitura social implicada e recorrendo à literatura do campo crítico das Humanidades e Ciências Sociais. *Haveria emancipação social possível frente a cenários tão adversos?* Intentamos dar pistas a este respeito.

Desnaturalizar os desastres diz respeito a examinar as instituições

Eventos extremamente estressantes são passíveis de produzir traumas caso não se cultive previamente recursos sociais e pessoais para integrar o contexto biográfico com uma visão realista do contexto socioambiental onde o sujeito se insere (Ruf, 2014). Mas, desastres são um tipo de evento estressante que exigem ainda mais da sociedade, em suas implicações políticas e econômicas (Valencio, 2012).

O processo deliberativo e decisões de investimentos em bens públicos puros (como sinalização de perigo conhecidos ou preditos) ou impuros (como monumentos e memoriais) pode ter um relação importante com a eficácia das práticas de preparação frente a riscos sinérgicos; isto é, aqueles riscos que não estão apenas associados ao quão extraordinário é a anomalia climática prestes a se manifestar, mas à produção social corrente do espaço, que expressa lições apreendidas. Os problemas de negociação nessas deliberações não são fáceis de serem resolvidos, mas os processo mais abertos e democráticos tem mais chances de perenizar os seus resultados do que as conduções unilaterais de cunho político ou técnico (Kaul; Grunberg; Stern, 2012). Os desafios não param por aí.

Na análise de vícios do aparato estatal, é crucial não tentar dissociá-los dos conflitos de classe – que nas suas entranhas e políticas públicas se faz refletir – e do legado da escravidão, que dá longevidade ao racismo, incluindo o racismo ambiental presente nos critérios de reparação às vítimas e no atendimento prioritário aos interesses de mercado (Bullard, 2006). Como atenta Souza (2019, p. 219):

> O patrimonialismo esconde as reais bases do poder social entre nós. Ele assume que interesse privado é interesse individual privado, de pessoas concretas, as quais se contraporiam aos interesses organizados apenas do Estado. Tudo como se houvesse interesses organizados apenas no Estado, suprema estratégia de distorção da realidade. É uma noção de senso comum do leigo, que não percebe os interesses privados organizados no mercado e sua força, que implica

> o controle de preços, da imprensa, da formação de monopólios privados e da captura do Estado para o interesse de meia dúzia de grandes plutocratas.

É dessa armadilha que se tratou no fomento contemporâneo, no Brasil, da cultura de ódio e de golpismo (Casara, 2017), quando lideranças políticas fascistas lançaram argumentos rudimentares – porém, eficazes – acerca de um "Estado mal-intencionado" contra pequenos produtores, comerciantes e prestadores de serviços acossados, fazendo-os assim, engrossar as fileiras dos descontentes a clamar pela ruptura institucional. Ilustrativo disso eram as menções a um "Estado-vilão" – confundido com um governo recém-eleito de oposição – que intentaria depauperá-los. Por exemplo: ao produtor rural de base familiar, sugeria-se que haveria a retirada de condições favoráveis de financiamento de seu maquinário e safra, o que lhe tirava o sono – a realidade é que o Plana Safra do governo recém-eleito foi melhor do que o do governo anterior, aquele que pregava essa fantasmagoria (Matos, 2024) -, sobretudo aqueles afetados em desastres os, quais, todavia, foram especialmente atendidos pelo governo Lula (Vilela, 2024); durante a pandemia de Covid-19, quando ainda não havia vacinas disponíveis para combater o SarsCov-2, o "Estado-malvado", que intentava quebrar o pequeno comerciante ou prestador de serviços, eram governadores e prefeitos prudentes, que tornaram mandatório fechar as portas dos estabelecimentos a fim de evitar a propagação do vírus e decorrente adoecimento (BBC, 2020), muitas vezes, com desfecho fatal. Nesse caso, o desastre da pandemia e os intentos golpistas – incluso, de autogolpe, quando foram promovidas sistemáticas desconfianças internas e internacionais contra a lisura do processo eleitoral – coadunaram-se perfeitamente para ganhar adeptos para a causa antidemocrática. As motociatas deram a espetacularidade que faltava à transgressão fascista aos ditames preventivos da saúde pública naquelas circunstâncias de risco sanitário altíssimo (Borges, 2021), exercitada como manifestação do direito à liberdade ao mesmo tempo que os arroubos totalitários provocam discursos intimidatórios e práticas de violência patrimonial ainda mais infames contra os representantes e símbolos da República. Ou seja, como em outros países, como nos EUA, houve (e ainda há) um coletivo ruidoso, civil e militar, no Brasil, dedicado a um processo consciente de desintegração das normas corriqueiras de convivência democrática. O somatório de escândalos em que esses coletivos, sedentos de poder concentrado, se envolvem, polarizando opiniões para obnubilar as discussões acerca das insanáveis desigualdades econômicas, para cujo combate eles não dispõem de receituário e sequer de interesse, senão mesmo para esmaecer os traços da cleptocracia de que foram beneficiários ou intentam sê-lo, colocam as instituições democráticas do país em estado permanente de alerta (Chayes, 2015; Levitsky; Ziblat, 2018). No entanto, é preciso igualmente salientar que a pandemia de Covid-19 foi um dos mais sérios desafios experimentados pelos governantes de países do todo o mundo no alvorecer da segunda década do século XXI e que governantes que se mostraram despreparados para entender o tamanho do problema foram punidos imediatamente nas urnas (Abranches, 2020), ainda que outras crises mal equacionadas pelos que os sucederam restaurem o seu poder (caso Trump).

No caso brasileiro, se a visão sobre o Estado chegou a ser, até meados do século XX, daquele ente supremo que defendia, através de leis e políticas públicas, a classe trabalhadora da vexaminosa superexploração, as décadas finais do referido século e o alvorecer do século XXI oferecem-no, nos noticiários, como um fardo a quem a sociedade precisa carregar, a contragosto, ensejando, desde aí, a visão ultraliberal (Cardoso, 2018). Esta, por seu turno, será capturada pelo extremismo de direita, que, nas palavras de Abranches (2020) coloca em risco o presidencialismo de coalizão da política da Terceira República (pós 1988), menos por ser de direita e mais por inépcia e intolerância do governante concentrado em disputas morais e bases ideológicas conservadoras (a chamada "pauta de costumes") (Avritzer; Kerche; Marona, 2021).

Com as questões climáticas, não é diferente e o potencial emancipatório pode ser realizado, afirma Beck (2018), nos levando não direto aos cenários catastróficos do futuro próximo, acenado pelos fóruns multilaterais, especialistas e grandes mídia, mas ao passado aterrador da Segunda Grande Guerra, quando a disseminação de um novo paradigma de domínio técnico e científico, que poderia ter nos alçado a patamares nunca antes alcançados de bem-estar social, nos levou, como civilização humana, direto para uma guerra com níveis de perdas de vidas, destruição material e ambiental sem precedentes, alcançando todos os continentes. Olhar para trás é o que pode produzir horizonte utópicos que nos livre de situações semelhantes num futuro breve. Senão, vejamos.

Embora um evento extremo, resultante de uma dinâmica atmosférica atípica, possa trazer desafios muito específicos para a localidade que com ele se defronta, efeitos secundários podem tomar o formato de "*rede sem escala*" (Ferguson, 2021), como alterações ambientais que suscitem a propagação de vetores de doenças as quais, por seu turno, tenham alto nível de contágio e malignidade à saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Assim, como o enfretamento das mudanças climáticas exigirá, da ordem democrática local, um "jogo de cintura" inigualável das autoridades econômicas constituídas, a fim de viabilizarem, ao máximo, as providências preparativas requeridas pelos concidadãos, as tragédias humanitárias contemporâneas algures – como em Gaza, na Síria, na Ucrânia, no Líbano e na Venezuela, decorrentes de extremismos políticos que destruíram as bases institucionais locais (ou a credibilidade internacional nelas) – vem produzindo um sem-número de desfiliados sociais com os quais as democracias ainda perenes precisam se solidarizar e auxiliar, a despeito de restrições de ordem econômica que porventura o mercado imponha, atrelando o 'lá' e o 'cá" como, de resto, é o mundo globalizado (Thompson, 2022). As democracias comprometidas com a repreensão inequívoca ao derramamento indiscriminado de sangue e à visão sectária de lideranças opressoras no além-fronteira estão a um passo de saber a importância de acolhimento às vítimas inocentes (e não apenas repatriar seus cidadãos em perigo), a despeito dos custos financeiros disto, repactuando prioridades com a sociedade – ainda mais, uma sociedade multicultural como a brasileira, feita de raízes multicontinentais – mesmo que precise afrontar o "mercado nervoso".

A democracia guarda muitas armadilhas, que exigem ser desveladas e desarmadas para não se cair na tentação de prescindir desse regime em prol de algo mais obtuso (Thompson, 2022). Se Santos (2006) se alia à Foucault (2002) na advertência aos riscos de excesso de controle social pelo poder disciplinar, aí incluídos a educação formal alienante, a regulação redutivistas dos corpos, a despotencialização política do cidadão comum e o descontrole sobre as relações espaço-tempo no mundo do trabalho, dentre outros, somente práticas e pensamentos emancipadores do humano poderão alargar tais horizontes. Se Habermas (2014) tem razão em suas preocupações com o advento e dominação tecnocêntrica, mesmo em ambiente democrático, pois orientam ou mesmo tomam as rédeas do processo decisório, baseando-se numa racionalidade simplificadora e incompleta, também as subjetividades doentias que alçam grandes escalões do poder e ganham condições de materializar as suas visões de mundo, fazem um estrago considerável. Se Adorno (2020) atenta para os males do radicalismo de direita, que, em situação de poder, se dedica a recompor a normalidade após catástrofes, como a das guerras, certo ele também está em ver que esses arremedos de recomposição da vida social "tal qual era", apenas restituem as sementes das mesmas barbáries que foram perpetradas dantes. Nas suas palavras, recuperadas por Felipe Catalani (Adorno, 2020, p. 30-31),

> A "reconstrução", portanto, irmana-se com a destruição ocorrida. Ideologicamente, ela opera como um gesto de "virar a página", ao mesmo tempo que porta a ingenuidade (ou cinismo) que se satisfaz com fachadas restauradas, desviando o olhar daquilo ou daqueles que não ressuscitarão. Ela se reduz a uma questão contábil ou orçamentária: tudo o que existe (a vida, a sociedade e a própria natureza) torna-se, no mundo onde reina a lógica da equivalência geral, potencialmente substituível (passível de reconstrução ou reparação pecuniária). A concepção de que se possa reconstruir é inseparável do sinal verde para destruir.

Sobra-nos poucas esperanças diante deste Estado do Crise (Bauman; Bordoni, 2016), no qual oposições políticas são duramente esmagadas, numa "antipolítica" e a contenção das pressões do mercado de faz prioritário na agenda governamental. As novas gerações não se importam com a política e não se vêm representadas pelos ocupantes dos espaços de poder institucional, apesar de nosso destino como espécie estar por um triz (Abranches, 2017).

Conclusões

Passado pouco mais de uma década em que insisti na importância do aspecto institucional para entender-se o porquê de alguns países estarem mais propensos que outros à ocorrência de um tipo de crise aguda denominada "desastre" ou "catástrofe" – apelando em vão, em salas de aula esvaziadas e para ouvidos moucos –, Acemoglu e Robinson, além de Simon

Johson, lograram obter o prestigioso Prêmio Nobel em Economia, em 2024 (Nobel Prize, 2024). Isso deveu-se à destacada contribuição científica no tema dos entraves à prosperidade, do qual o aspecto institucional foi visto como central, e o estudo mencionado na introdução deste ensaio, assinalado como uma das principais referências no assunto para abrigar ponderações que descontroem velhas hipóteses sobre o que faz uma nação falhar enquanto a vizinha prospera, incluindo hipóteses geográficas e climáticas. Lamentavelmente, a obra via o Brasil, institucionalmente falando, com bons olhos, rumando para consolidar sua disposição democrática e socialmente inclusiva, naquilo que parecia ser um digno crepúsculo do 2º governo Lula, lidando serenamente com as repercussões da crise financeira global como se fosse, nas palavras deste governante, apenas "uma marolinha" (Bourguignon, 2021). Ocorre que os anos que se seguiram foram bastante turbulentos devido tanto ao desvelamento gradativo do tamanho da influência nefasta desta crise na dinâmica econômica nacional quanto às instabilidades políticas reiteradas que visaram descredibilizar as instituições do Estado e desestabilizar o jogo democrático ao ponto de inconsequências governamentais que contribuíram para ceifar a vida de milhares de brasileiros. Isso incluiu a deflagração de planos mirabolantes, por parte de grupos radicais de extrema-direita, que sempre os têm (Casara, 2017), para negar a legitimidade dos ritos eleitorais e aceitar fazer uma transição pacífica e cordata de governo; o estímulo a uma turba para avançar sobre os símbolos arquitetônicos da República, na capital federal, e destruir os objetos nele contidos, tentando desmoralizar as instituições e inviabilizar as suas condições imediatas de funcionamento; por fim, urdiram ceifar a vida do presidente e do vice-presidente eleitos democraticamente, além da vida de um membro do Supremo Tribunal Federal (STF). Esses anos aterradores coincidem com aqueles nos quais os desastres são mais perturbadores no país, tanto por suas características catastróficas, em número de vítimas fatais e não fatais, de danos econômicos havidos, quanto no acentuado aumento do número de decretações de emergência, como se o uso recorrente desse disposto legal, que coloca a administração pública em "estado de exceção" – concentrando o poder, reduzindo o controle social sobres os recursos ordinários e extraordinários acessados pelos governantes – fosse uma prévia, uma demonstração homeopática e pulverizada para costumar os cidadãos a um "estado de exceção" mor, ao qual o país estava sendo encaminhado. É suposto que o imaginário golpista tenha ponderado: o refugo humano brasileiro, apascentado pelas desgraças cotidianas, vivenciadas em humilhação e em silenciamento, sobretudo quando afetado e mal acolhido em desastres de recorrente frequência, já não aspiraria a um ideário de vitalidade democrática, a ele proteger e dele participar; portanto, preparado estaria para aceitar mais um degrau de subserviência a uma maior escala de privações e de crescentes insanidades autoritárias.

Desastre, dentre outros aspectos, por ser compreendido como uma antítese da prosperidade social. Aliás, trata-se de um acontecimento coletivo, trágico e involuntário (Quarantelli, 1998), capaz de desintegrá-la, solapando as condições objetivas de recomposição de seus elementos humanos, materiais e ambientais constitutivos. Todavia, a prosperidade, se bem espargida socialmente, também é capaz de conter ou

mitigar um desastre, isto é, os prejuízos, danos e perdas que o caracteriza, posto que nela estão assentadas valiosas diversidades de capitais que resistem à força dos eventos, por climáticos e extremos que sejam.

A solidez dos vínculos sociais que dão constância e substância às práticas de apoio mútuo é um destes capitais. A profusão de recursos educativos criativos, instalados em ambiente científico polifônico, e que faz brotar soluções tecnológicas inovadoras, baratas e de fácil implementação – na forma de produtos e processos – para lidar com a redução de riscos sinérgicos é o capital intelectual indispensável. O cuidado sistemático com a Saúde Única – humana, ambiental, animal e vegetal – é um capital atitudinal coletivo orientado para a sustentabilidade, uma vez que considera a indissociabilidade entre os elementos constituintes da Vida, relativizando as fronteiras entre os distintos corpos para fazer caber a perspectiva integrativa, que os associam e os retroalimentam. O cuidado prévio com a saúde mental e psicossocial dos membros de uma comunidade também colabora para que estes estejam antecipadamente dotados das suas maiores capacidades de absorção dos impactos de uma crise aguda sem entrar em desespero, acionando os melhores repertórios emocionais disponíveis para lidar e compartilhar as agruras comunitariamente experenciadas. Porém, tais cuidados e proteção socioassistencial falham continuamente quando os profissionais da área estão à mercê de chefias insensíveis, que boicotam as suas iniciativas de proximidade e escuta ativa de sujeitos e comunidades em sofrimento (Dutra, 2018).

Os fundos financeiros previamente abastecidos para fins de responder a eventuais emergências, reservando valores monetários para anteparar auxílios e créditos subsidiados requeridos para redinamizar as economias locais afetadas num desastre, são um capital na acepção econômica original do termo. Tais fundos podem contribuir no refazimento/manutenção de infrasistemas essenciais (viários, elétricos, hidráulicos, de comunicação e afins); na reconstrução de moradias e instalações prediais (comerciais, industriais, agropecuárias, de serviços), viabilizando a aquisição dos materiais construtivos e mão-de-obra necessários bem como reequipando-as em maquinário, eletrodomésticos e mobiliário; na recomposição de estoques; na remuneração de fornecedores com os quais se estava em débito e cujas mercadorias foram danificadas/destruídas; enfim, na garantia da retomada de fontes de trabalho e renda.

Entretanto, e não menos importante, é boa qualidade do capital institucional disponível. Diz respeito ao árduo esforço coletivo de construção do patrimônio sociopolítico de estabilização de relações de confiança, no âmbito do Estado e dos governos, baseado em valores democráticos, dentre os quais se destacam a justiça social. Havendo esse ancoradouro, os mais árduos desafios coletivos, como o vivenciamento de um desastre, podem buscar formas consensuadas de superação.

Para aqueles que não dispõem suficientemente dos mencionados capitais, Beck (2018) dá uma pista: é preciso lutar para conquistá-los, compreender esses *gaps* de cidadania não como abismos diante os quais se recua, mas como agendas com as quais se comprometer. Essa é uma luta, por assim dizer, insana, pois exige vencer o *habitus* delineado pelos

dominadores e partir para a resistência às heteronomias e construir de novos limites, para além dos abismos produzidos pela colonização cognitiva (Santos, 2019). Um destes abismos é a dualidade entre sociedade e Estado, que precisa ser colocada sob inspeção, uma vez que o Estado, apesar de aparentemente ser autoridade soberana, é estrutura constituída, acreditada e mantida pela sociedade, agente estruturante este que organiza as bases para o transcorrer, relativamente estável, da vida cotidiana (Bourdieu, 2014). A educação para a redução de riscos de desastres, partindo da valorização dos saberes do Sul, seria uma oportunidade de visão do catastrofismo emancipatório, agregando novos sujeitos em novas experimentações metodologias e apreensão de outras verdades sobre viver a experiência do desastre, nas distintas fases desta crise e na variedade de recortes sociais (interraciais, de classe, de gênero, etários, de ocupação e afins) implicados.

Referências

ABRANCHES, Sérgio. **A Era do imprevisto:** a grande transição do século XXI. São Paulo: Companhia das Letras, 2017. 411p.

ABRANCHES, Sérgio. **O tempo dos governantes incidentais**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020. 303p.

ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James A. **Why nations fail: the origins of power, prosperity and poverty.** London: Profile Books Ltd, 2012. 529p.

ADORNO, Theodore W. **Aspectos do novo radicalismo de direita**. Tradução: Felipe Catalani. SãoPaulo: Ed.UNESP, 2020. 103p.

AMARAL, Márcia Franz; POZOBON, Rejane de Oliveira; RUBIN, Anaqueli. **Modos de endereçar a tragédia: indignação, testemunho e piedade.** Lumina, v. 4, n.2, 2010, p. 1-15. Disponível em: <https://lumina.ufjf.emnuvens.com.br/lumina/article/view/133>. Acesso em: 29 jul. 2018.

AVRITZER, Leonardo; KERCHE, Fábio; MARONA, Marjorie. **Governo Bolsonaro:** retrocesso democrático e degradação política. Belo Horizonte: Autêntica, 2021. 571p.

BBC. **Em rede nacional, Bolsonaro critica fechamento de escolas e comércio e compara coronavírus a 'resfriadinho'**. 24 de março de 20202. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52028945>. Acesso em 04 ago 2022.

BARROS FILHO, Clóvis; PRAÇA, Sérgio. **Corrupção:** parceria degenerativa. Campinas: Papirus 7 Mares, 2014. 111p.

BAUMAN, Zygmunt. **Vidas desperdiçadas**. Tradução: Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2005. 170p.

BAUMAN, Zygmunt; BORDONI, Carlo. **Estado de crise**. Tradução: Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Zahar, 2016. 191p.

BECK, Ulrich. **A metamorfose do mundo:** novos conceitos para uma nova realidade. Tradução: Maria Luiza X. A. Borges. Rio de Janeiro: Zahar, 2018. 279p.

BORGES, Fernanda. **Bolsonaro na pandemia:** 5 passeios de motco e nenhuma visita a hospitais. Estado de Minas, 20 de julho de 2021. Disponível em: >https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2021/07/11/interna_politica,1285581/bolsonaro-na-pandemia-5-passeios-de-moto-e-nenhuma-visita-a-hospitais.shtml#google_vignette>. Acesso em 17 dez 2021.

BOURDIEU, Pierre. **Sobre o Estado:** cursos no Collège de France (1989-92). Tradução: Rosa Freira d´Aguiar. São Paulo: Companhia das Letras, 2014. 573p.

BOURGUIGNON, Natália. **"Gripezinha' e 'marolinha':** como as duas crises mundiais afetaram o ES. A Gazeta. 13 de março de 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/economia/gripezinha-e-marolinha-como-as-duas-crises-mundiais-afetaram-o-es-0321>. Acesso em: 23 jan 2024.

BULLARD, R. D. Varridos pelo furacão Katrina: reconstruindo uma "nova" Nova Orleans usando o quadro teórico da justiça ambiental. *In:* S. HERCULANO e T. PACHECO (Orgs). Racismo ambiental: I Seminário Brasileiro contra o Racismo Ambiental. **Anais**[...]. Rio de Janeiro: FASE, 2006, pp. 126-147.

CARDOSO, Fernando Henrique. **Crise e reinvenção da política no Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. 238p.

CASARA, Rubens R.R. **Estado pós-democrático:** neo-obscurantismo e gestão dos indesejáveis. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017. 240p.

CHAYES, Sarah. **Thieves of State:** why corruption threatens global security. New York: WW Norton & Company, 2015. 262p.

DUTRA, Adriana. S. **Gestão de desastres e serviço social:** o trabalho de assistentes sociais junto aos órgãos municipais de proteção e defesa civil. Rio de Janeiro: Ed. Lumen Juris, 2018. 232 p.

FEITOSA, Diógenes. **F. Haddad diz entender a "inquietação" do mercado com demora do governo para cortas gastos**. Gazeta do Povo, 21 de novembro de 2024. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/haddad-diz-entender-inquietacao-do-mercado-com-demora-do-governo-para-cortar-gastos/>. Acesso em : 21 nov 2024.

FERGUSON, Niall. **Catástrofe:** uma história dos desastres – das guerras às pandemias – e o nosso fracasso em aprender com eles. Tradução: Petê Rissatti. São Paulo: Planeta, 2021. 543p.

FOUCAULT, Michel. **Power:** essential works of Foucault 1954-1984. Tradução: Robert Hurley and others. London: Penguin Books, 2002. 484p.

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e ciência como ideologia**. Tradução: Felipe Gonçalves Silva. São Paulo: Ed. UNESP, 2014. 206p.

KAUL, Inge; GRUNBERG, Isabelle; STERN, Marc A. **Bens públicos globais:** cooperação internacional no século XXI. Tradução: Zaida Maldonado. Rio de Janeiro: Record, 2012. 585p.

LEVITSKY, Steven; ZIBLATT, Daniel. **Como as democracias morrem**. Tradução:

Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Zahar, 2018. 270p.

MATOS, Fábio. **Plano Safra:** governo Lula anuncia mais de R$ 400 bilhões para a agricultura empresarial. InfoMoney. 03 de julho de 2024. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/politica/plano-safra-governo-lula-anuncia-mais-de-r-400-bilhoes-para-agricultura-empresarial/>. Acesso em: 14 out 2024.

NOBEL PRIZE. **All prizes in economic sciences**. Stockholm: The Nobel Foundation, 2024. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-prizes-in-economic-sciences/>. Acesso em: 20 nov 2024.

QUARANTELLI, Enrico. L. **What is a disaster?** Perspectives on the question. London and New York: Routledge, 1998. 321p.

RUF, Bernd. **Destroços e traumas:** embasamentos antroposóficos para intervenções com a pedagogia de emergência. Tradução: Edith Asbeck. São Paulo: Antroposofia, 2014. 310p.

SANTOS, Boaventura S. **Pela mão de Alice:** o social e o político na pós-modernidade. 9.a ed. São Paulo: Cortez, 2003. 348p.

SANTOS, Boaventura S. **O fim do império cognitivo:** a afirmação das epistemologias do Sul. Belo Horizonte: Autêntica, 2019. 478p.

SOUZA, Jessé. **A elite do atraso**. Rio de Janeiro: Estação Brasil, 2019. 272p.

THOMPSON, Helen. **Disorder:** hard times in the 21st century. Oxford: Oxford University Press, 2022. 367p.

VALENCIO, Norma. **Para além do 'dia do desastre':** o caso brasileiro. Curitiba: Ed. Appris, 2012. 227p.

VILELA, Pedro. R. **Lula assina MP que prevê apoio financeiro a produtores rurais gaúchos**. Agência Brasil. 25 de outubro de 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-10/lula-assina-mp-que-preve-apoio-financeiro-produtores-rurais-gauchos>. Acesso em : 21 nov 2024.



Rio Canumã/Terra indígena Kwatá-Laranjal/RO
Autora: Taíze Ribeiro Munduruku

A CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO DE GEOGRAFIA PARA A GESTÃO, PREVENÇÃO E REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES

THE CONTRIBUTION OF GEOGRAPHY TEACHING TO THE MANAGEMENT, PREVENTION AND REDUCTION OF DISASTER RISK

EL APORTE DE LA ENSEÑANZA DE GEOGRAFÍA A LA GESTIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

LA CONTRIBUTION DE L'ENSEIGNEMENT DE GÉOGRAPHIE À LA GESTION, À LA PRÉVENTION ET À LA RÉDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHE

Wandreson José Rodrigues[1]
Lourenço Magnoni Júnior[2]

1 Graduado em Geografia e Pedagogia pela Universidade do Sagrado Coração – Bauru - SP. Professor de Educação Básica II, concursado e efetivo, da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. É Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus - Bauru/SP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6622-984X. E-mail: wandreson.rodrigues@unesp.br.
2 Docente do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza: Escolas Técnicas Estaduais Astor de Mattos Carvalho (Agrícola) de Cabrália Paulista - SP / Rodrigues de Abreu de Bauru – SP / Faculdade de Tecnologia de Lins – SP e do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Campus de Bauru - SP. Membro do Grupo Assessor de Ciência e Tecnologia do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP (www.agbbauru.org.br). Pós-doutoramento pelo Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) - Pós-Doutorado Estratégico – CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). Supervisor: Prof. Dr. José Mauro Palhares. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8275-5922. E-mail: lourenco.junior@fatec.sp.gov.br.

Introdução

O presente capítulo é resultado de pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica (PPGDEB) da UNESP/Bauru e visa trabalhar a contribuição do ensino de Geografia para a gestão, prevenção e redução de risco de desastres.

Para esclarecer ao leitor é necessário que se explane a origem desse texto. A pesquisa se desenvolveu em torno da problemática do maior dos desastres da história da cidade de Lençóis Paulista - SP, isto é, a enchente que ocorreu em 2016. A pesquisa também investigou a percepção dos alunos sobre o referido desastre e a contribuição do ensino de Geografia na construção de uma consciência cidadã. Ainda é preciso registrar que, durante a pesquisa, foi produzido também um documentário sobre a referida enchente.

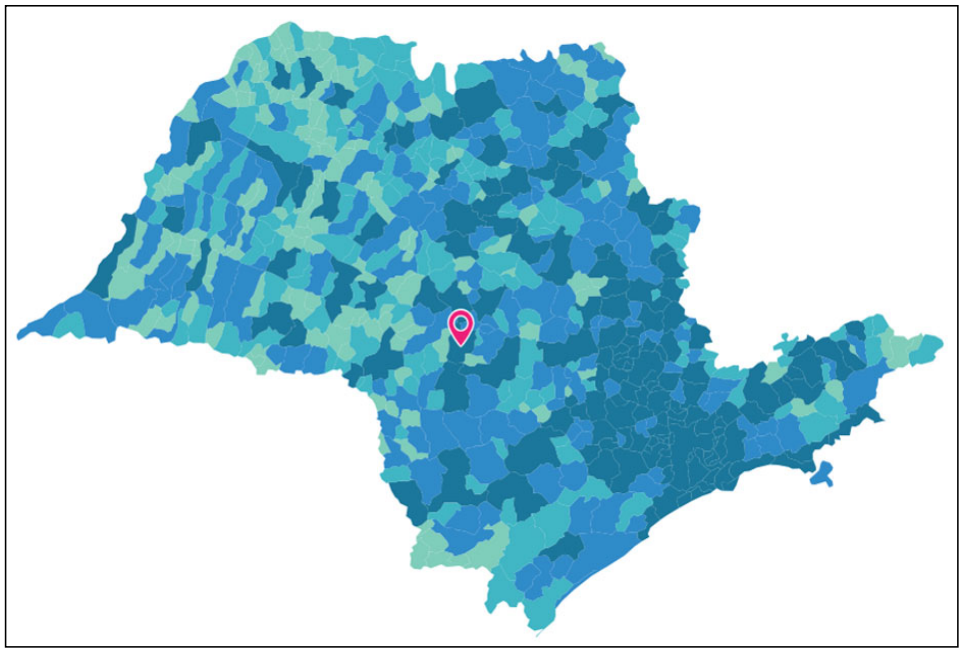
O ensino de Geografia na escola pública pode e deve servir para a construção do conhecimento crítico sobre o espaço. Para isso, ele necessita se pautar na articulação entre os fundamentos teóricos e as situações do cotidiano/realidade da vivência dos alunos (Castellar, 2019).

Diante da dificuldade dos alunos no aprendizado do conceito de desastres naturais ou antrópicos, dado percebido pela experiência profissional do aplicador, a justificativa está na utilização de recursos multimídias, em especial o documentário, que pode ser uma possibilidade que contribui para a construção de conhecimentos relacionados com o tema estudado (Mancini, 2015).

A utilização de recursos midiáticos traz novos ares para a disciplina de Geografia, a proposta da criação de um documentário que engaje a missão pedagógica de despertar o interesse dos alunos, associando a importância temática a sua trajetória de vida, levando o educando ao interesse pelo aprendizado de forma dinâmica e construtiva, que contribua na busca da compreensão do discente sobre os aspectos das transformações sociais, econômicas, políticas e sociais e possa relacioná-los aos acontecimentos atuais na sociedade brasileira permite um melhor entendimento e desperta o olhar crítico sobre a realidade.

Outro aspecto importante da pesquisa é que o aluno se conectou diretamente com a temática de desastres naturais ou antrópicos, uma vez que, em Lençóis Paulista ocorrem enchentes com certa regularidade e a escola estadual onde foi aplicada a pesquisa atende a alunos que moram na área de várzea do Rio Lençóis, local de risco, ressaltando a importância da História e Filosofia da Ciência – HFC, mencionada por Carvalho (1992) e Londero (2015).

O município de Lençóis Paulista conta hoje com uma população de 66.505 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em seu Censo de 2022 (IBGE, 2022). Localiza-se na Região do Centro-Oeste do estado de São Paulo e pertence à Região Administrativa de Bauru (Figura 1). Possui importante produção industrial de açúcar, álcool e celulose, dentre outras atividades produtivas. Segue mapa de sua localização no estado de São Paulo.



Fonte: Site do IBGE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/lencois-paulista/panorama>. Acesso em 04/02/2024.

Figura 1. Localização de Lençóis Paulista dentro do estado de São Paulo.

Na cidade de Lençóis Paulista, a enchente de 2016 foi a maior delas, uma vez que deixou 2 pessoas mortas, 316 casas inundadas, 30 casas destruídas, dentre outros prejuízos, atingindo um total de 1342 pessoas impactadas diretamente.

Ao longo dos tempos, estudos históricos, arqueológicos e antropológicos revelaram e continuam revelando que a relação dos homens entre si e deles para com a natureza/meio ambiente sofreu profundas transformações da era primitiva humana até os dias de hoje. De início, esta relação era intimamente harmônica, com pouquíssima modificação do espaço. Com o passar do tempo, essa modificação foi se intensificando cada vez mais, chegando à atualidade, quando o espaço se encontra extremamente antropizado (Santos, 1994).

O acúmulo de toda essa modificação ambiental ocasiona sérias consequências para o meio ambiente e para a própria humanidade, algumas dessas consequências são: a perda da biodiversidade, a crise alimentar, as alterações climáticas, a ocorrência de desastres, dentre muitas outras.

Para classificar um evento como desastre, alguns critérios devem ser observados, como causas naturais e antrópicas, e afetar direta ou indiretamente comunidades ou parte de uma população. Ao longo desde texto, fica claro que a população mais atingida se encontra em estado de vulnerabilidade socioambiental.

O conhecimento geográfico é todo o conhecimento espacial e ambiental envolvendo os seres humanos, que surge no mesmo momento dos primeiros grupos humanos, os quais exerciam uma movimentação nômade. Já a ciência geográfica é a sistematização e institucionalização desse conhecimento, que data aproximadamente do início do século XIX.

Ensino de Geografia no século XXI

O ensino de Geografia no século XXI é permeado por algumas circunstâncias importantes, aqui tentaremos tratar de algumas delas, como por exemplo, a necessidade de revisitar a Geografia Crítica e como a Geografia é tratada na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2016), nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 2000) e no Currículo Paulista (São Paulo, 2019).

Geografia Crítica

O início da crítica social dentro da Geografia se dá na Escola Ativa. O caráter de Geografia de denúncia das classes sociais abre a discussão de análise do Capitalismo e das mazelas sociais. Conforme Moraes (2007) relata:

> A primeira manifestação clara dessa renovação crítica pode ser detectada na proposta da *Geografia Ativa*, nome de um livro (escrito por P. George, Y. Lacoste, B. Kayser e R. Guglielmo), [...]. Ensejava assim uma Geografia de denúncia de realidades espaciais injustas e contraditórias. Tratava-se de explicar as regiões, mostrando não apenas suas formas e sua funcionalidade, mas também as contradições sociais aí contidas: a miséria, a subnutrição, as favelas, enfim as condições de vida de uma parcela da população, que não aparecia nas análises tradicionais de inspiração ecológica (Moraes, 2007, p. 45).

A escola geográfica denominada Geografia Crítica, que possui como arcabouço teórico-metodológico marxista, o materialismo histórico-dialético[3]. Essa escola teve como precursor o teórico Yves Lacoste entre as décadas de 1960 e de 1970, um grande marco foi a publicação do livro "A Geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra". A partir da Geografia Crítica, o espaço geográfico é resultado não mais da relação com a natureza, mas sim das relações humanas, ou seja, da ação antrópica sobre o meio e sobre as classes sociais, portanto, produzido coletiva e historicamente, configurando-se dessa forma, em uma ação política. Os conceitos de desenvolvimento e subdesenvolvimento são resultados das relações de exploração das classes sociais impostas na sociedade. A mudança de paradigma está na análise e criticidade do sistema capitalista que privilegia amplamente a classe burguesa elitizada em detrimento da classe proletária. Moraes (2007) evidencia essa nova posição política da Geografia Crítica e diz:

> A outra vertente, do movimento de renovação do pensamento geográfico, agrupa aquele conjunto de propostas que se pode denominar Geografia Crítica. Esta denominação advém de uma postura crítica radical, frente à Geografia existente (seja a Tradicional ou a Pragmática), a qual será levada ao nível de ruptura com o

> pensamento anterior. Porém, o designativo de crítica diz respeito, principalmente, a uma postura frente à realidade, frente à ordem constituída. São os autores que se posicionam por uma transformação da realidade social, pensando o seu saber como uma arma desse processo. São, assim, os que assumem o conteúdo político de conhecimento científico, propondo uma Geografia militante, que lute por uma sociedade mais justa. São os que pensam a análise geográfica como um instrumento de libertação do homem (Moraes, 2007, p. 42).

A escola geográfica da Geografia Crítica com o arcabouço teórico marxista do materialismo histórico-dialético se constitui na base dos pensamentos e reflexões do estudo desse texto. A análise da Geografia Escolar será aqui produzida com embasamento teórico crítico a fim de elucidar a necessidade da utilização da Geografia voltada para a criticidade social, para que, por fim, possa contribuir para a resolução de problemas estruturais da educação básica.

A partir das palavras de Diniz Filho (2003), é possível constatar que os autores fundadores da Geografia Crítica teorizaram essa escola geográfica pela emergência da contraposição à postura tradicional de estudos sociais. A Geografia Crítica, apoiada no marxismo, denuncia a exploração das classes pelo capitalismo, essa exploração objetiva o máximo acúmulo de capital pela elite em detrimento da classe trabalhadora.

O estudo das relações de classe, defendida pela Geografia Crítica, é fundamental para a desalienação da classe trabalhadora de sua condição de explorada e a necessidade dessa classe lutar pelo direito cidadão, direito de garantia de condições de vida que o Estado deveria fornecer.

Nessa linha de estudos desalienadores, a Geografia Escolar aplicada nas escolas públicas deve atender à necessidade de desvendar as máscaras da meritocracia mentirosa e falsas oportunidades ofertadas pelo Capitalismo e pela Globalização. Deve partir da realidade do aluno, realizar uma reflexão social e propor intervenções para alteração dessa realidade, cobrando do poder público o cumprimento de seu papel político de atender às necessidades da população.

Cabe aqui mencionar que o conceito de paisagem é importantíssimo na discussão do ato de ensinar a Geografia por um viés crítico, pois o conceito de paisagem é intrínseco à Geografia, contudo esse conceito foi sofrendo alterações ao decorrer do tempo.

Conforme mencionado por Schier (2003) esse conceito vem sendo amplamente discutido desde o século XIX com as escolas alemã e francesa, as quais abordam o referido conceito como a relação e interação entre elementos naturais e sociais em um determinado espaço.

Hoje em dia, esse conceito está mais interligado com o aspecto cultural de uma determinada sociedade, uma vez que o modo e estilo de vida determinam como essa sociedade valoriza e interage com a paisagem.

Nas palavras de Schier (2003), sobre o aspecto cultural da paisagem registra-se que:

> Hoje, a ideia da paisagem merece mais atenção pela avaliação ambiental e estética. Neste sentido, depende muito da cultura das pessoas que a percebem e a constroem. Ela é, assim, um produto cultural resultado do meio ambiente sob ação da atividade humana (Schier, 2003, p. 80).

Desse modo, se torna evidente a retomada do conceito de paisagem no ensino escolar de Geografia, contudo esse ensino deve estar pautado na criticidade para que a paisagem seja percebida como parte cultural da vivência dos alunos, evidenciando com isso que todos têm sua parcela de responsabilidade acerca do modo como é cuidada a paisagem.

As metodologias tradicionais excluem a realidade vivenciada pelos alunos, enquanto a Geografia, quando pautada na criticidade, converge para a construção e análise consciente dessa realidade.

O Ensino da Geografia na BNCC, no PCNEM e no Currículo Paulista

Nas últimas décadas, a educação brasileira passou por várias reformas. As mais recentes foram a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) e o Novo Ensino Médio do Estado de São Paulo (São Paulo, 2021), provocando a redução significativa das aulas e o enxugamento dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências Humanas; em especial da Geografia e, para o ano de 2025 o estado de São Paulo intensificou ainda mais essas perdas. As referidas reformas de cunho neoliberal e tecnicista foram intencionalmente pensadas e estão sendo implementadas para evitar o desenvolvimento de um projeto de escola pública capacitada para atender a quantidade com qualidade, ser libertador, transformador e promotor da consciência crítica necessária para que os alunos e alunas possam entender a dinâmica de construção e reconstrução dos espaços rurais e urbanos, os problemas de ordem econômica, política, social e ambiental do mundo globalizado bem como o aumento dos desastres decorrentes das mudanças climáticas advindas do aquecimento global.

Ao analisar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, Silva (2022) elucida a relação das competências e habilidades de Geografia previstas no PCNEM com a compreensão do indivíduo como agente transformador do planeta:

> Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), na área de Geografia, os conteúdos relacionados à Astronomia estão relacionados às competências e habilidades de "analisar e comparar, interdisciplinarmente, as relações entre preservação e degradação da vida no planeta, tendo em vista o conhecimento da sua dinâmica" (Brasil, 2000, p. 35). Ou seja, compreender a si mesmo como agente transformador do planeta, compreendendo seus

> sistemas naturais e a preservação dos mesmos para a manutenção da vida na Terra, compreendendo sua singularidade em relação aos demais, sendo o único em nosso sistema solar, capaz de sustentar a vida humana (Silva, 2022, p. 18).

Diante do exposto, se torna muito evidente que as Ciências Humanas, em especial a Geografia, apesar de terem sido muito atacadas com a política de desmonte da educação nos governos de Michel Temer e Jair Bolsonaro, se mostram imprescindíveis para a construção da consciência libertadora e cidadã nos alunos e pelos alunos e a manutenção de vida em nosso planeta.

Constata-se que a temática de desastre natural ou antrópico é pouco contemplada no Currículo Paulista de Educação (São Paulo, 2019), fato este que reforça o projeto neoliberal extremado de desarticulação da escola pública, sem interesse em promover a construção da consciência crítica da realidade socioambiental.

O projeto neoliberal extremado é facilmente constatado ao se analisar as consequências da implantação da BNCC e, principalmente, do Novo Ensino Médio do Estado de São Paulo (São Paulo, 2021), onde as disciplinas das Ciências Humanas foram extremamente prejudicadas, seja pela diminuição da carga horária dessas disciplinas, pelo material de apoio (apostilas) ou material digital disponibilizado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo que não contemplam a criticidade do pensamento socioambiental.

Com a redução da carga horária das disciplinas de Geografia, História, Sociologia e Filosofia, a construção do conhecimento crítico da realidade vivenciada pelos discentes se torna falha, uma vez que são essas as disciplinas responsáveis pela articulação dos pensamentos e ações humanas sobre o meio.

Uma rápida análise do material de apoio (apostila) da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo já é suficiente para se perceber que os temas são abordados na superficialidade, desarticulados com a realidade, não promovendo a criticidade, além de serem confusos. No caso dos desastres, não foge à regra, são pouco mencionados e sempre na superficialidade, portanto, não promovem a construção do conhecimento efetivo e progressista, pelo contrário, corroboram para a alienação estrutural dos discentes e, por consequência, da sociedade.

Uma vez constatado na ação pedagógica do professor (prática pessoal) que os alunos demonstram dificuldade em aprender a temática de desastres naturais ou antrópicos e sua interligação com a realidade vivida dos próprios estudantes, emerge a necessidade de se construir o conhecimento crítico dessa realidade.

Com a implantação da BNCC (Brasil, 2018), o Currículo Paulista (São Paulo, 2019) e o Novo Ensino Médio do Estado de São Paulo (São Paulo, 2021), vários problemas que já existiam foram reforçados e outros emergiram. Esses problemas desempenham o papel de minguar a ação educativa eficaz.

A diminuição de aulas das Ciências Sociais é uma das artimanhas percebidas nas últimas mudanças na Educação Básica, sobretudo no ensino médio, etapa na qual a escola

deveria concentrar esforços no desenvolvimento da consciência crítica sobre a realidade socioambiental. Com a redução das aulas das Ciências Sociais, o desenvolvimento dessa consciência crítica fica comprometido. Para o ano de 2025 essa mesma lógica de ataque às aulas das Ciências Humanas está prevista para os anos finais do Ensino Fundamental, etapa essa que deveria ser a base fundamental para a construção da criticidade que se aprofundaria no decorrer do ensino médio.

A Lei nº 14.945/2024, sancionada no dia 31 de julho de 2024, visa reestabelecer a inserção das disciplinas da área de Ciências Humanas nos três anos do ensino médio.

Outro grande problema perceptível no ato docente referente a essas mudanças diz respeito ao material de apoio disponibilizado, seja digital, em arquivo de apresentações, seja físico em formato de "apostilas", os quais tratam os assuntos socioambientais de forma conteudista tornando-se enfadonho, maçante, decorativo, superficial e desconectado da realidade próxima do discente, resultando no desinteresse pelas aulas.

Também não é possível deixar de se constatar o excessivo trabalho burocrático, com preenchimento de documentos repetitivos e inúteis para o desempenho do trabalho docente, o que ocupa muito tempo e deixa esses trabalhadores exaustos.

Ainda é essencial registrar que a remuneração é muito inferior e incompatível com a importância do trabalho desempenhado pelos professores. Artifícios administrativos são implementados de tal modo que não permitem aumento real da remuneração, como por exemplo, a diferença entre o salário base e o piso nacional são pagos por meio de complementos salariais que não incidem sobre nenhum tipo de evolução funcional, com isso quando um professor adquire um aumento por algum tipo de evolução, o reajuste incide apenas sobre o salário base, o complemento salarial para atingir piso nacional é reduzido e o valor bruto no holerite não se altera, continua no mesmo valor, apesar da evolução. Essa realidade de péssima remuneração atua como fator desestimulante no trabalho docente.

Todos esses problemas ocasionados pelas implementações da BNCC, Currículo Paulista e Novo Ensino Médio do Estado de São Paulo tornam o ambiente escolar uma obrigação desinteressante, desanimadora e frustrante de ser vivida pelos discentes, docentes e equipe escolar. O resultado dessa situação é a indisciplina, a apatia pelas aulas por parte dos discentes, o desestímulo ao trabalho por parte do docente e a desarticulação da teoria com a realidade do ambiente escolar, gerando assim o desinteresse em diversas áreas do conhecimento, incluindo o desinteresse pelo aprendizado de redução dos riscos de desastres.

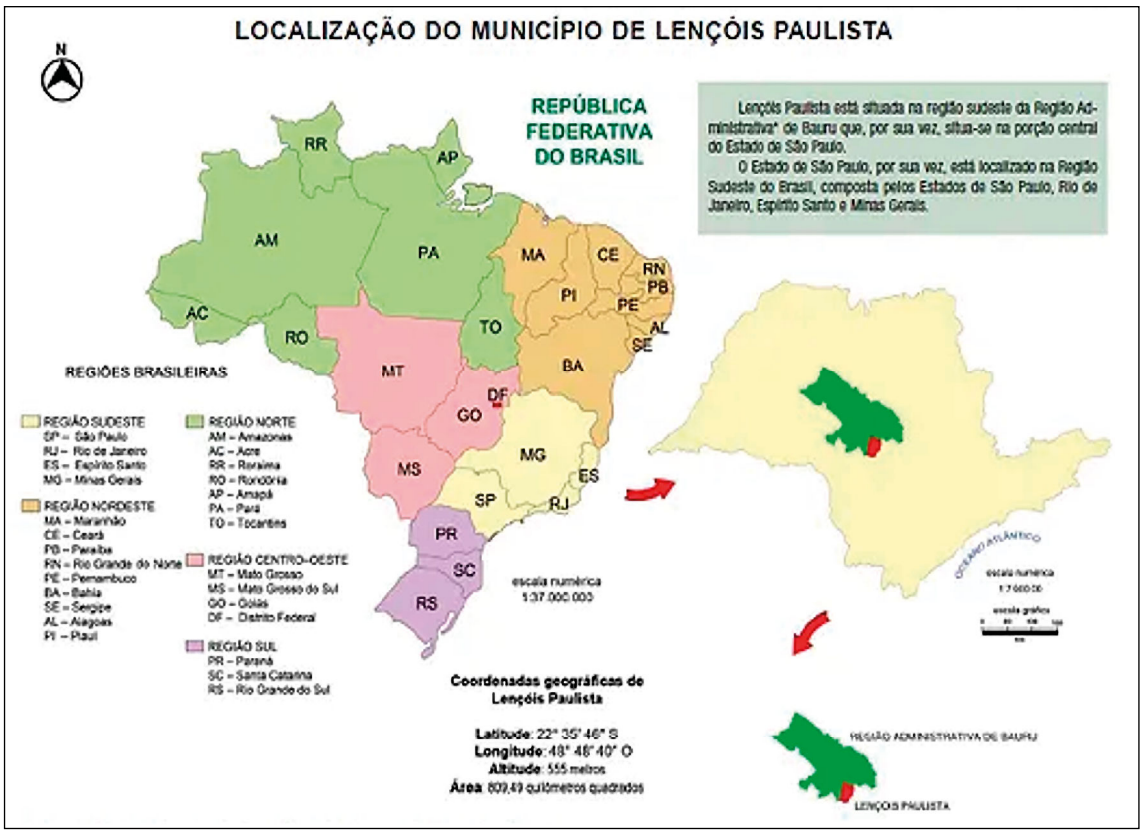
Apesar das dificuldades, a Geografia, quando tratada pelo viés crítico, deve contribuir para a transformação do ensino que articule a experiência espacial vivenciada pelos discentes a fim de incentivar sua participação na construção desses conhecimentos.

A contribuição da Geografia para a redução dos riscos de desastres

É de responsabilidade da Geografia o estudo da realidade socioambiental, quando a Geografia adotada é pautada na criticidade, esse estudo leva o indivíduo à construção da consciência cidadã crítica sobre o espaço em que vive, sobre sua realidade. A seguir, se discutirá a realidade das enchentes de Lençóis Paulista, em especial a de 2016, a contribuição que o ensino de Geografia pode ofertar ao combate aos riscos de desastres e à importância da utilização de documentário nas aulas do ensino básico.

Enchente em Lençóis Paulista em 2016

Para discorrer sobre a enchente ocorrida em Lençóis Paulista é necessário primeiramente descrever a localização do município de Lençóis Paulista, do Rio Lençóis, as principais características da sua Bacia Hidrográfica e sua relação com o Rio Tietê (Figura 2).

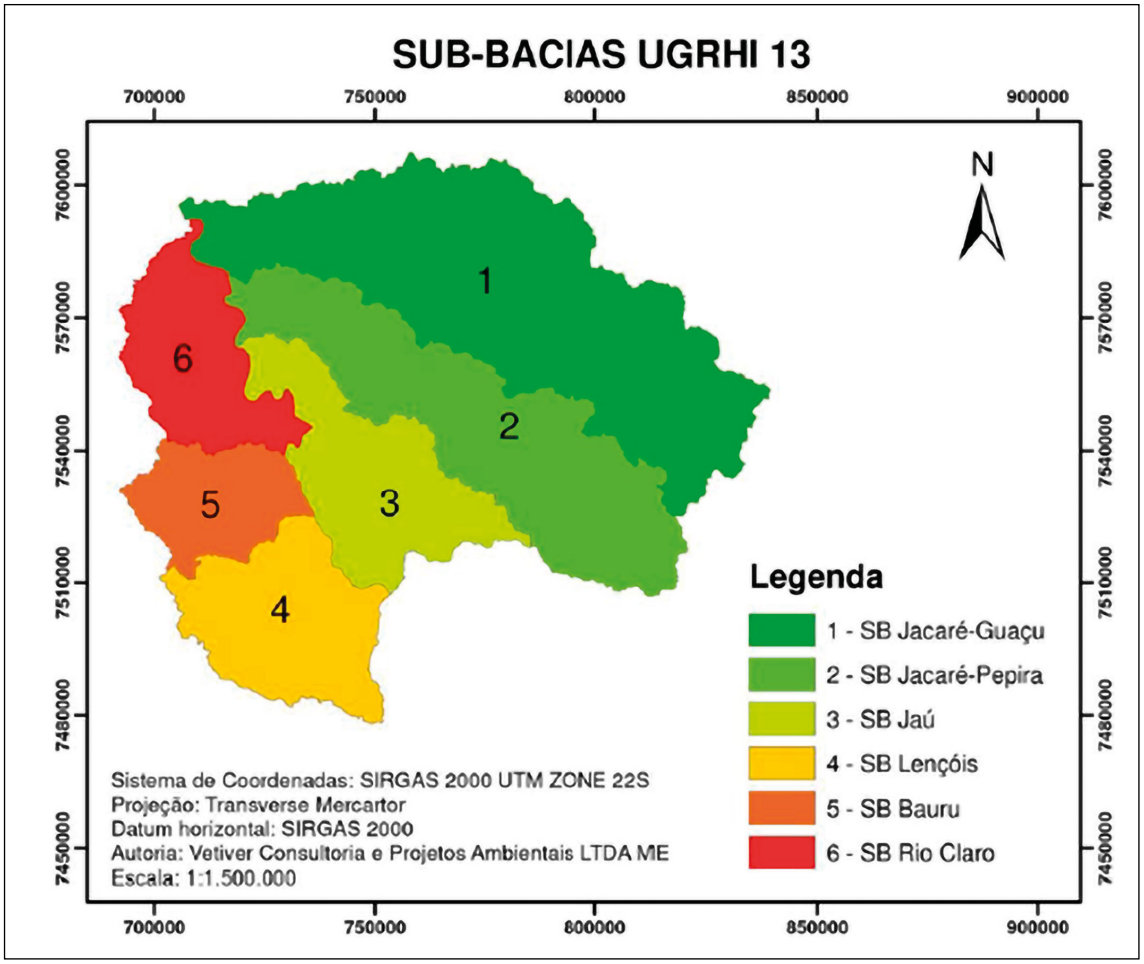


Fonte: Atlas escolar: histórico e geográfico - Lençóis Paulista. 2. Ed. p. 7, 2014.

Figura 2. Localização de Lençóis Paulista no Brasil e Região Administrativa de Bauru.

O mapa acima mostra de maneira autoexplicativa a localização do município de Lençóis Paulista dentro da Região Administrativa de Bauru, no Estado de São Paulo, Região Sudeste do Brasil.

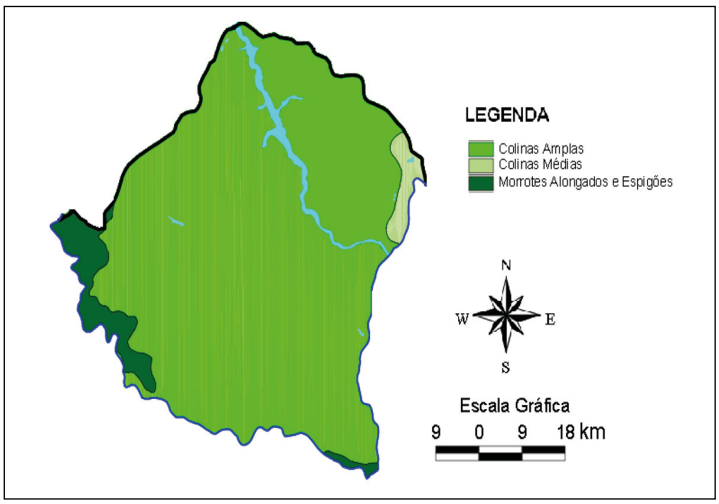
O Rio Lençóis se localiza na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo e é um afluente direto da margem esquerda do Rio Tietê. O Estado de São Paulo é seccionado em 22 Unidades de Gestão de Recursos Hídricos – UGRHI, a Bacia Hidrográfica Tietê – Jacaré é denominada UGRHI 13, é subdividida em 6 Sub-Bacias, a Sub-Bacia do Rio Lençóis é identificada como 4 – SB Lençóis, conforme o mapa da Figura 3.



Fonte: <http://institutoproterra.org.br/mergulho-rio-lencois-caracteristicas/>. Acesso em 09/09/2023.

Figura 3. Mapa das Sub-Bacias UGRHI 13.

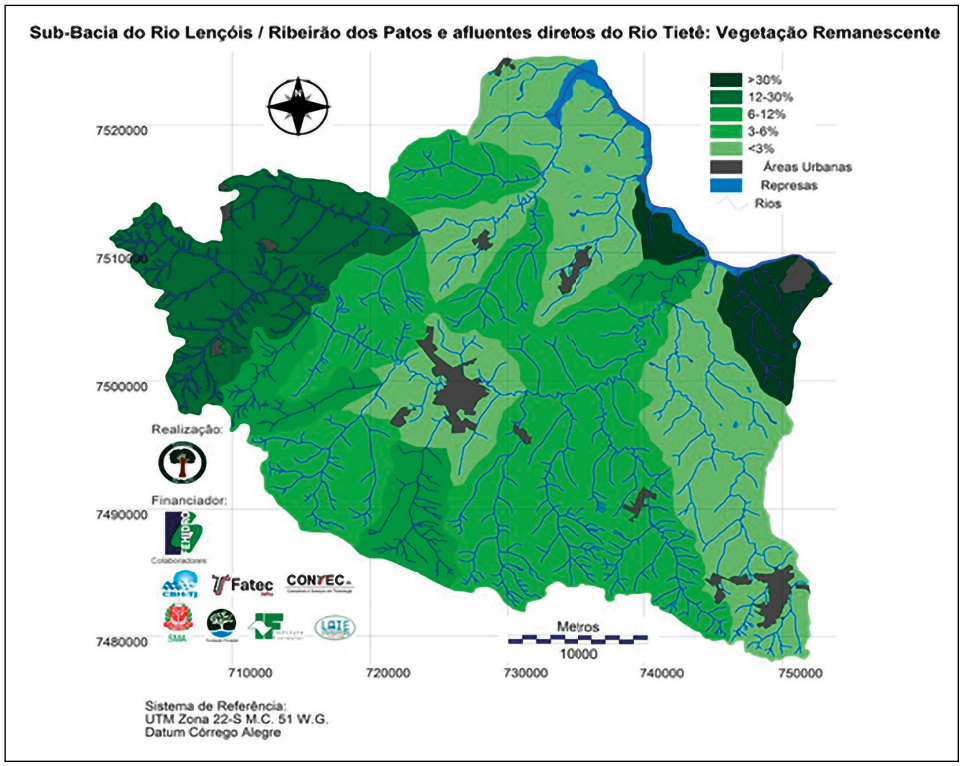
As nascentes do Rio Lençóis se encontram no município de Agudos numa região de relevo de Morretes Alongados e Espigões, por estar em uma altitude maior que o seu entorno, a região ficou popularmente conhecida por "Serrinha de Agudos". A Sub-Bacia do Rio Lençóis é predominantemente de relevo de Colinas Amplas, como é possível verificar no mapa da Figura 4.



Fonte: http://institutoproterra.org.br/mergulho-rio-lencois-caracteristicas/ - acesso em 09/09/2023

Figura 4. Mapa do relevo da Sub-Bacia do Rio Lençóis.

Outro fator a ser considerado de extrema relevância para a ocorrência de desastres de enchentes em Lençóis Paulista é a falta de cobertura florestada em seu território, devido a grandes e longos processos de substituição da vegetação nativa por monoculturas, com a predominância das culturas da cana-de-açúcar e o eucalipto. A maior parte das terras da Sub-Bacia do Rio Lençóis possui menos de 12% da vegetação remanescente, esta informação é aferida pelo mapa da Figura 5:



Fonte: <http://institutoproterra.org.br/mergulho-rio-lencois-caracteristicas/>. Acesso em 09/09/2023.

Figura 5. Mapa da vegetação remanescente.

Stevaux e Latrubesse (2017) elucidam a consequência de assoreamento dos cursos de água quando se retira a vegetação originária e a substitui por práticas agrícolas, exatamente o que ocorreu em grandes proporções em Lençóis Paulista:

> A retirada da vegetação original da bacia e sua substituição por outro tipo de cobertura (agricultura, pastagem, urbanização etc.) provoca instabilidade no sistema e, na maioria dos casos, aceleração da erosão e aumento no suprimento de sedimentos na rede de drenagem (Stevaux; Latrubesse, 2017, p. 266-267).

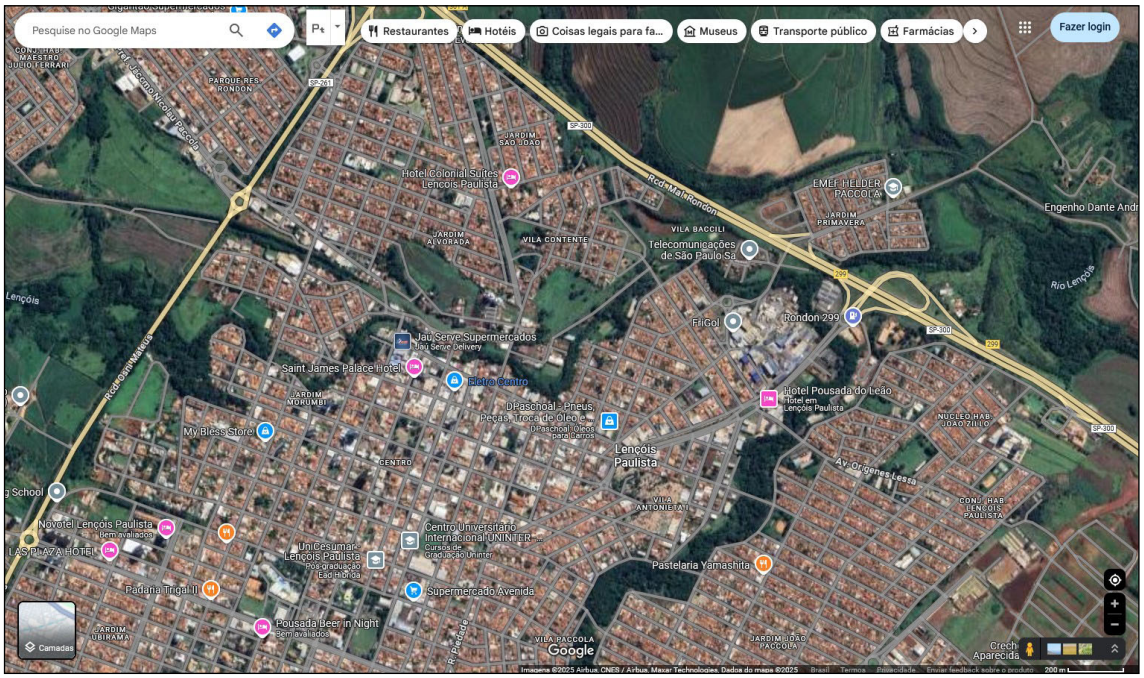
Do início, extensão e fim do Rio Lençóis, Aguiar (2014) constata que:

> O local onde estão situados os olhos d'água que formam o arroio que dá origem ao rio Lençóis está localizado no município paulista de Agudos. Entre suas principais nascentes, no município de Agudos, e sua foz, no rio Tietê, o manancial possui oitenta quilômetros de extensão (Aguiar, 2014, p. 5).

Por se encontrar em uma região de colinas amplas, conforme a Figura 4, o Rio Lençóis, sendo o principal curso d'água dessa Sub-Bacia, fica no fundo de vale, mas forma pequenas planícies no seu percurso, assim seu sistema de meandros se apresenta de forma irregular. Segundo Stevaux e Latrubesse (2017):

> Canais meandrantes podem ser: a) *regulares*, quando apresentam certa homogeneidade na morfometria de seus meandros; b) *irregulares*, quando se alternam meandros de diferentes tamanhos e formas; e c) *tortuosos*, quando exibem alterações na morfologia (trechos meandrantes e retilíneos) e na direção geral do escoamento (Stevaux; Latrubesse, 2017, p. 169).

Esse padrão de meandros é facilmente perceptível ao se analisar imagens de satélites, mesmo em imagens de fácil acesso como a apresentada pelo *Google Maps,* da área urbana de Lençóis Paulista (Figura 6):



Fonte: <https://www.google.com/maps/@-22.5960513,-48.7945808,2319m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>. Acesso em 10/09/2023.

Figura 6. Imagem de Lençóis Paulista – *Google Maps.*

Outro fator de relevância para a ocorrência de enchentes está relacionado ao processo de urbanização que impermeabiliza o solo, contribui para o aumento da vazão e, de modo geral, tem muito lixo. Esse é o caso da cidade de Lençóis Paulista e, Stevaux e Latrubesse (2017) trazem à luz essas consequências enfatizando que:

> Muito embora a urbanização seja, na grande maioria das vezes, uma forma mais localizada de uso da bacia quando comparada com o desflorestamento e as práticas agrícolas, seus efeitos se propagam para muito além do local de ocupação. De modo geral, a urbanização amplia as áreas de impermeabilização, reduz a cobertura vegetal e, consequentemente, o volume de interceptação [...], eleva a eficiência do escoamento superficial por meio de rede de galerias pluviais e diminui acentuadamente a disponibilidade do sedimento hidrotransportado (Stevaux; Latrubesse, 2017, p. 268-269).

No caso da Sub-Bacia do Rio Lençóis, além desses fatores mencionados, ainda existe o fato do estreitamento da calha do rio na área urbana e a ocupação de sua várzea para a habitação e área comercial. Acerca desses fatores, Aguiar (2014), esclarece:

> Ao longo da história, as alterações climáticas e fatores antrópicos como as ocupações irregulares das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), aumento das áreas impermeáveis e o excesso de lixo nas ruas estão contribuindo para

> que essas calamidades ocorram com mais frequência. A bacia do rio Lençóis possui alguns fatores agravantes nesses estágios de cheias, alguns deles são: a projeção da bacia estar em maior parte na área rural e com acentuados declives, grandes extensões de cultivo agrícola sem contenção de solo e o estreitamento da calha (Aguiar, 2014, p. 65).

As características da Sub-Bacia do Rio Lençóis, o fato de ela passar em área urbanizada e o descaso histórico do poder público, provocam frequentemente as enchentes na cidade de Lençóis Paulista. Como Aguiar (2014) menciona em seu livro, foram 5 enchentes marcantes na História de Lençóis Paulista até o ano de publicação de seu livro, essas ocorreram nos anos de 1975, 1997, 2006, 2011 e 2013 (Aguiar, 2014). Contudo, três anos mais tarde aconteceria outra enchente que marcaria muito mais que as anteriores.

Essa última enchente, portanto, no ano de 2016 afetou muitas pessoas, pois abrangeu grandes dimensões da várzea do Rio Lençóis como é possível se verificar na Figura 7:



Fonte: Objeto Educacional: Rio Lençóis – O Desastre da Enchente de 2016. Acervo do autor.

Figura 7. Foto da enchente de 2016 na região a montante da cidade.

Na Figura 7 é evidente a invasão de alguns imóveis e a grande extensão que a enchente alcançou. Essa foto registra o Rio Lençóis a montante da cidade de Lençóis Paulista.

Esse desastre, ocorrido no verão do ano de 2016 em Lençóis Paulista, impactou a vida de muitos munícipes, especificamente dos moradores da várzea do Rio Lençóis que foram diretamente impactados. A escola estadual na qual foi desenvolvida a pesquisa, está localizada no bairro da Vila Cruzeiro e atende, também, a alunos que vivem em áreas de risco, ou seja, na área da várzea do Rio Lençóis, portanto, esse conceito geográfico de desastre natural ou antrópico, especificamente da enchente, está intimamente ligado à vivência dos alunos da referida escola. Essa proximidade entre a realidade dos alunos e a educação é primordial na construção de um conhecimento crítico.

No dia 12 de janeiro de 2016 ocorreu o pior desastre da História lençoense, a grande enchente que impactou 1342 pessoas diretamente, em especial as que viviam em estado de vulnerabilidade e/ou em área de risco da várzea do Rio Lençóis. Conforme o Formulário de Informações do Desastre – FIDE do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC (2016) na descrição dos danos do desastre:

> Descrição dos Danos Humanos: Foram registradas 2 mortes de pessoas não residentes na área atingida pela enchente, ocorridas na ultrapassagem de áreas alagadas e/ou locais danificados. Registro de 21 pessoas feridas levemente durante o salvamento. Registro de 35 pessoas enfermas, em sua maioria, em estado de choque ou crises nervosas em decorrência das perdas. Registro do abrigamento de 131 pessoas no Ginásio de Esportes Municipal Cesec. Permaneceram durante 8 dias no local. Registro de 997 pessoas desalojadas, que deixaram suas casas por 4 dias, retornando somente após autorização da Defesa Civil e desinfecção dos imóveis. Outras 156 foram afetadas, mas não precisaram deixar seus imóveis. A distribuição parcial de água potável em toda a cidade, em decorrência de 50% do abastecimento ser feito por meio da ETA afetou a toda a população de 60 mil pessoas. Alteração brusca dos deslocamentos na cidade, tendo em vista os danos das pontes da área central (SINPDEC, 2016. p. 4).

A Figura 8 mostra um exemplo da abrangência das águas da enchente em um trecho da área urbana:



Fonte: Objeto Educacional: Rio Lençóis – O Desastre da Enchente de 2016. Acervo do autor.

Figura 8. Foto da enchente de 2016 na região central da cidade.

A foto da Figura 8 é o registro da região nas proximidades do centro da cidade de Lençóis Paulista e evidencia a altura em que chegou o nível do Rio Lençóis, que cobriu grande parte das casas e imóveis da região. Essa região é onde se encontra instalada a sede do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE que ficou totalmente inundado, paralisando assim a prestação desses serviços, deixando mais da metade da população Lençoense sem água potável em suas torneiras.

O mesmo FIDE informa as causas naturais de grande volume de chuvas torrenciais que, juntamente com a instalação irregular de represas a montante da cidade de Lençóis, auxiliado pela falha no seu monitoramento, potencializado pela falha da comunicação entre os poderes públicos e a população em geral ocasionaram a pior enchente no município causada, como já citado, pelo grande índice pluviométrico e o rompimento de várias dessas represas. Vejamos a descrição das causas e efeitos do desastre segundo o Formulário de Informações do Desastre – FIDE do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC (2016):

> Houve alto índice de precipitações registrado entre os dias 9 e 13 de janeiro, nas áreas urbana e rural do Município de Lençóis Paulista, que foram superiores a 350mm/m² (trezentos e cinquenta milímetros), causando a saturação do solo na área rural e urbana. Houve chuva intensa e contínua no dia 12 de janeiro de 2016, com registros de precipitação acumulada de 260 mm/m² (duzentos e sessenta milímetros) na bacia do Rio Lençóis, de 180mm/m² (cento e oitenta milímetros) na bacia do Córrego Corvo Branco e também de 180mm/m² (cento e oitenta milímetros) na bacia do Ribeirão da Prata, ocasionando o carreamento de grande volume de água nestes rios, que seccionam a cidade. O Ribeirão da Prata deságua no Rio Lençóis e causa o represamento deste na região da Vila Contente e aumento de volume no Jardim Primavera. Houve alto índice pluviométrico registrado no município de Borebi, com registro de 174mm/m² de chuva acumulada nos dias 09 a 11 de janeiro e de 260mm de chuva somente no dia 12 de janeiro, causando o rompimento de diversas barragens localizadas em Borebi, Agudos e Lençóis Paulista, situadas a montante do Rio Lençóis e que contribuíram ainda mais para o aumento do volume do rio. No dia 12 de janeiro, o Rio Lençóis teve elevação de seu nível em 5,0 metros, causando a inundação de 315 casas, 98 estabelecimentos comerciais, 6 instalações públicas de outros serviços, danos em vias públicas, pontes, galerias, emissários, adutoras, passarelas. (Fonte de informações pluviométricas: Associação dos Plantadores de Cana do Médio Tietê) (SINPDEC, 2016. p. 3).

A Figura 9 é o registro do momento em que o nível do Rio Lençóis ultrapassa a altura da ponte da Rua Cristóvão Colombo situada na Vila Contente.



Fonte: Objeto Educacional: Rio Lençóis – O Desastre da Enchente de 2016. Acervo do autor.

Figura 9. Foto da enchente de 2016 na região da Vila Contente.

A Figura 9 é uma foto tirada poucos instantes após o nível do Rio Lençóis cobrir a ponte, contudo, esse não foi o momento em que a enchente alcançou o seu ápice, segundo relatos dos moradores da região, o nível da água chegou a uma altura em que faltaram poucos centímetros para cobrir o túnel do segundo plano da fotografia.

Ainda com as informações do Formulário de Informações do Desastre – FIDE do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC (2016) é possível verificar o tamanho da destruição ocasionada pela enchente de 2016, ressaltando que, nesse ano, a população do município de Lençóis Paulista era de 61.454 habitantes.

> UNIDADES HABITACIONAIS: 30 imóveis habitacionais destruídos, 285 imóveis habitacionais danificados, 98 imóveis comerciais danificados. Perda de móveis, utensílios, equipamentos, mercadorias e estoques. INSTALAÇÕES PÚBLICAS DE OUTROS SERVIÇOS: Serviço Autônomo de Água e Esgoto, situada na Rua XV de novembro, centro: inundação da Estação de Tratamento de água e Setor Administrativo. Tratamento e abastecimento de água foi paralisado por 130 horas. [...] INSTALAÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO [...] OBRAS DE INFRAESTRUTURA PÚBLICA: 6 Pontes sobre Rio Lençóis [...] 47.910,09 metros do pavimento de vias públicas; e 1.387,29 metros de galerias de escoamento de águas pluviais, 38 bocas de lobo e 18 poços de visita. ÁREA RURAL: destruição de 20 bueiros em tubos de concreto, 7 pontes de madeira e 1 ponte de concreto do Progresso. Destruição de 16 km de estrada rural e danos em 300 km de estradas. Danos ambientais reversíveis em áreas de mata e áreas

> cultivadas, como erosões, assoreamento de rio, queda de árvores. Danos em represas, rompimentos de curvas de nível e carreamento de insumos agrícolas para os cursos de água. (SINPDEC, 2016. p. 4).

Na Figura 10 é possível verificar uma parte dos prejuízos causados nas residências atingidas pela enchente:



Fonte: Objeto Educacional: Rio Lençóis – O Desastre da Enchente de 2016. Acervo do autor.

Figura 10. Foto da enchente de 2016 de duas das casas destruídas.

Na Figura 10 é evidente o registro da destruição dos imóveis afetados, na casa à esquerda, o muro foi derrubado e a marca do nível da água chegou bem próximo ao telhado, já a casa da direita foi bem mais afetada, o nível da água chegou ao telhado e caiu, além do muro, parte da parede.

Por fim, o Formulário de Informações do Desastre – FIDE do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC (2016, p. 05), nos revela que o valor do prejuízo econômico do setor público foi calculado em R$ 3.235.152,63 e do setor privado em R$ 54.500.000,00.

O Ensino de Geografia e a redução do risco de desastres

Quando nos deparamos com a temática de desastre natural ou antrópico seja para analisar, pesquisar ou ensinar, é primordial perceber a concepção totalitária da Geografia, uma vez que o desfecho espacial, para que se entenda a ocorrência de um desastre, envolve toda a Geografia visto que se encontram intrinsicamente interligadas, desde as condições climáticas, as feições do relevo, as características geológicas, as formas de ocupação do espaço e as condições da gestão das políticas públicas das diversas esferas da federação.

Quando o processo de ensino e aprendizagem privilegia a realidade dos discentes, essa construção de conhecimento se torna efetiva na absorção e incorporação de conhecimento, considerando que os alunos são agentes ativos desse processo

Um grande problema existente dentro da sala de aula é a falta de vínculo dos conteúdos estudados com a espacialidade cotidiana dos alunos. O principal fator da desarticulação com a realidade vivenciada pelos discentes, são exemplos da superficialidade e desarticulação do conhecimento promovido na escola pública que distancia o discente da criticidade de sua realidade.

Nesse ponto do texto, faz-se necessário um pequeno adendo para a conceituação de desastre conforme diz Kobiyama *et al.* (2006):

> Inundações, escorregamentos, secas, furacões, entre outros, são fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, rocha, solo, topografia, vegetação, condições meteorológicas. Quando estes fenômenos intensos ocorrem em locais onde os seres humanos vivem, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (sócio-econômico) são considerados como "desastres naturais" (Kobiyama *et al.*, 2006, p. 7).

Ainda sobre a conceituação de desastre, Castro (1998) se pronuncia que desastres são:

> Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor (Castro, 1998, p. 57).

Essas duas citações acima, de Kobiyama *et al.* (2006) e Castro (1998) corroboram para a conceituação de desastres naturais ou antrópicos na convergência entre eventos naturais ou provocados pela ação humana e os danos ambientais, materiais, econômicos e sociais. Essa conceituação que necessita, primordialmente, do envolvimento de duas esferas, a natural e a humana, é imprescindível para a construção do conhecimento crítico e cidadão sobre o referido tema.

As perdas da biodiversidade e ecossistemas inteiros, provocadas pelas mudanças climáticas e aquecimento do globo terrestre é decorrente, em grande parte, do avanço da globalização capitalista e da ação antrópica, como por exemplo, esgotamento de recursos

naturais, desmatamentos, ocupação irregular em áreas de risco, soterramento de mangues, desmatamentos etc.

A globalização capitalista atua como agente disseminador dessas ações antrópicas e é seu maior beneficiário. Seu único objetivo é o constante aumento do lucro e do poder de dominação gerado pelo acúmulo financeiro de uma minúscula parcela da população chamada de elite. E, para aumentar os lucros, não é ponderado, por nenhum momento, a mega exploração da mão de obra trabalhadora e dos recursos naturais, mesmo que isso gere uma enorme população vivendo abaixo da linha da miséria e a intensa degradação dos meios naturais.

Estes são ingredientes propícios ao surgimento de desastres pois, ao passo que as mudanças climáticas provocam eventos atmosféricos rigorosos, a população mais vulnerável ocupa áreas de riscos como encostas e várzeas de rios, dentre outras, pois as condições econômicas não lhes permitem outra alternativa.

Dantas (2011) afirma que:

> A perspectiva regional deve ser encarada com base numa concepção do presente, considerando as mudanças trazidas através da globalização. Desta feita, deve se buscar uma reflexão pautada na ideia de que a região não está isolada, pois sua existência não é autônoma, mas vinculada a elementos de ordem social, política, econômica, cultural e natural. Esta última é cada vez uma segunda natureza (já transformada pela ação humana) com forte influência da técnica, ocasionando mudanças significativas nas paisagens (Dantas, 2011, p. 67).

Como evidenciado na fala de Dantas, 2011, o espaço natural se encontra cada vez mais antropizado, tanto que o autor o denomina de segunda natureza. Ao se tratar o tema de desastres naturais ou antrópicos pela perspectiva da Pedagogia Histórico Crítica, e, portanto, pelo viés da Geografia Crítica, o aluno constrói esse conhecimento pela consciência de que faz parte e é agente ativo de todo esse processo.

Na discussão de Mattedi e Butzke, 2001, o ideal da postura da sociedade como um todo é a transformação radical de ações diante dos desastres naturais ou antrópicos a fim de minimizar ao extremo os riscos de ocorrência e de consequências. Para isso, o ensino de Geografia Crítica pelo viés da Pedagogia Histórico Crítica é imprescindível.

Atualmente, não é mais concebível que as cidades não se caracterizem como resilientes diante de todos os desafios a serem superados. Tal construção depende primordialmente da prática do ensino de Geografia voltado para a construção de um conhecimento que desperte a consciência crítica, cidadã e autônoma do discente, com o intuito da plena percepção da necessidade de ações políticas de investimentos na redução de riscos.

Valdez (2012), no guia de como construir cidades mais resilientes da ONU, expõe:

> A prevenção e a redução de riscos ainda são vistas, na perspectiva política, como um investimento invisível ou de longo prazo, mesmo que as escolhas não sejam entre resposta e redução de risco, mas sim uma combinação entre elas (Valdez, 2012, p. 20).

A importância do ensino de Geografia Crítica se justifica pelo fato de ser essa, a responsável pela análise do espaço geográfico com a intencionalidade de reduzir, minimizar e evitar os riscos de desastres em um determinado local, assim como promover a instrução do correto planejamento e destinação dessa área de risco.

Vejamos a fala de Tominaga (2009) sobre essa temática de prevenção e destinação dessas áreas de riscos:

> Enfatiza-se, assim, que a maior parte dos desastres decorrentes de fenômenos naturais pode ser reduzida, minimizada ou até mesmo evitada, se forem adotadas medidas de prevenção e de disciplinamento do uso e ocupação do solo. Os instrumentos legais para as ações de planejamento são os Planos Diretores Municipais, os Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs), as Áreas de Proteção Permanentes (APPs), CONAMA e outros. Os mapas de suscetibilidade, de perigo e de risco são os instrumentos técnicos que fornecem subsídios a estas ações (Tominaga, 2009, p. 160).

No Brasil, uma das principais entidades de mitigação dos riscos de desastres naturais ou antrópicos, assim como ações de prevenção e amparo desses momentos é a Defesa Civil. Para a uniformidade de conceituação de diversos termos, a Defesa Civil produziu um glossário de caráter prático. Na conceituação de prevenção de desastres são mencionados vários temas que o ensino de Geografia deve tratar em meados de suas responsabilidades acadêmicas.

Conforme Castro (1998) no glossário da Defesa Civil, ao definir a prevenção de desastres enfatiza que é um:

> Conjunto de ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres naturais ou humanos, através da avaliação e redução das ameaças e/ou vulnerabilidades, minimizando os prejuízos socioeconômicos e os danos humanos, materiais e ambientais. Implica a formulação e implantação de políticas e de programas, com a finalidade de prevenir ou minimizar os efeitos de desastres. A prevenção compreende: a Avaliação e a Redução de Riscos de Desastres, através de medidas estruturais e não-estruturais. Baseia-se em análises de riscos e de vulnerabilidades e inclui também legislação e regulamentação, zoneamento urbano, código de obras, obras públicas e planos diretores municipais (Castro, 1998, p. 146).

A segregação socioespacial é uma realidade nas cidades brasileiras, que provocam a ocupação irregular de muitas áreas de riscos, provenientes da situação de vulnerabilidade de parte da população dessas cidades. A vulnerabilidade é outra temática importante para a Geografia Crítica tratar como assunto de desalienação dos discentes denunciando que essa realidade provém da superexploração das classes sociais mais baixas.

Como relatam Martins, Tavanti e Spink (2016) ao se discutir a temática de vulnerabilidade na produção científica:

> O compromisso dos representantes nacionais com a promoção de uma cultura de prevenção de desastres ocorreu apenas em abril de 2012, quando foi promulgada a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei n. 12.608). Essa política foi responsável por modificar as diretrizes anteriores para gestão de desastres a partir do enfoque em ações preventivas transversais a todas as etapas de gerenciamento. Entretanto, apesar de ser citada por diversas vezes ao longo do texto da Lei, a noção de vulnerabilidade também não é definida. Entender a produção científica nacional em sua especificidade sobre esse tema é importante em virtude dessa recente entrada do país nas estratégias preventivas, o que pode alterar os modos pelos quais a noção de vulnerabilidade é apropriada na língua nacional, torna-se consensual ou é diversificada em repertórios nas diferentes áreas de conhecimento e na própria Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Martins; Tavanti; Spink, 2016, p. 351).

Historicamente, a superexploração das classes sociais baixas do Brasil sempre contou com a atuação alienante da Pedagogia tradicional que não promovia nenhuma discussão crítica e com isso o *status quo* da sociedade se manteve a tal ponto que, mesmo não sendo o país em que mais ocorrem desastres naturais ou antrópicos ao se analisar a quantidade de indivíduos por eles afetados, o número cresce vertiginosamente.

Essa discrepância estatística é denunciada nas falas de Borges e Rego (2016) que enfatizam veementemente:

> De forma generalizada, podemos dizer que o Brasil não está entre os países que apresentam o maior número de desastres no mundo, apesar de registrar números consideráveis de casos. Porém, quando analisamos os números de pessoas afetadas pelos desastres, o Brasil se destaca entre os mais afetados. Esse cenário se estabelece no Brasil e na América Latina devido à grande presença de populações residentes em áreas de grande suscetibilidade a desastres naturais, o que aumenta a vulnerabilidade e, por conseguinte, o risco de ocorrência de desastres. As propostas de redução dos riscos da UNISDR preveem que os desastres naturais devam ser trabalhados nos seus três períodos constituintes: o antes, o durante e o após

> o desastre, para que se possa fazer um trabalho efetivo de auxílio aos vitimados e evitar futuras áleas. A abordagem sobre os desastres naturais nas escolas é imprescindível para que consigamos reduzir a vulnerabilidade aos desastres e obter sucesso na formação da resiliência, obtendo a Geografia como disciplina escolar um papel fundamental nesse processo (Borges; Rego, 2016, p. 7).

Nem sempre é possível prever um desastre, contudo, a grande maioria dos casos é passível de ações políticas, sociais e ambientais que minimizam seus efeitos e consequências. Como estudado e discutido, a Geografia Crítica é de suma importância para a construção de um conhecimento libertador, transformador e conscientizador da realidade social dos indivíduos.

Ainda sobre isso, Borges e Rego (2016) afirmam que:

> O trabalho educacional da Geografia possui como pressuposto a construção da propriedade da tomada de decisão coletiva frente às diferentes problemáticas estruturadas no meio, sendo a educação o passo importante para a construção das resiliências aos desastres naturais nas diferentes sociedades (Borges; Rego, 2016, p. 30).

É emergente, portanto, o incentivo a um sistema educacional público de qualidade que possibilite a plena aplicação da Geografia Crítica pelo viés da Pedagogia Histórico Crítica, com isso a sociedade caminhará pela luta de uma realidade mais justa, resiliente, consciente e com condições de sobrevivência com dignidade.

Objeto educacional: Rio Lençóis - O Desastre da enchente de 2016

Para a conclusão dessa pesquisa foi elaborado um Objeto Educacional, que é, também um requisito obrigatório do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP – Bauru. Para a elaboração desse Objeto Educacional foi criado, desenvolvido e aplicado um documentário acerca do desastre da enchente ocorrida em 2016, no município de Lençóis Paulista – SP.

Este documentário, intitulado “Rio Lençóis – O desastre da enchente de 2016”, visa evidenciar a realidade socioambiental sobre essa enchente que impactou diversas famílias, em especial as que se encontravam em estado de vulnerabilidade. Enfatiza também as questões econômicas envolvidas em tal desastre, levantando algumas hipóteses e afirmações sobre suas causas naturais e outras decorrentes da ação antrópica sobre o meio, bem como a falta de ações públicas para a redução de riscos e prejuízos.

O documentário está dividido em quatro principais partes temáticas. Inicia-se por uma apresentação do rio Lençóis, na sequência apresenta uma conceituação teórica

acerca de desastres de origem natural e antrópica e mostra a enchente ocorrida em Lençóis Paulista em 2016, em seguida são exibidas entrevistas com integrantes de quatro famílias distintas afetadas pela enchente, por fim na quarta parte temática, são evidenciadas as questões socioambientais que envolvem a problemática da enchente no ano de 2022, ano em que esse documentário começou a ser produzido.

O documentário se configura como produção audiovisual que se utiliza da arte cinematográfica, enquanto se aproxima da realidade explorada no filme. Essa dualidade, que ao mesmo tempo se completa, de arte cinematográfica e proximidade com a realidade cabe ao autor e/ou produtor dosar.

Esse documentário se utilizou da licença poética para apresentação do Rio Lençóis, feita em primeira pessoa pelo próprio rio que conta a origem do seu nome, sua utilidade e exploração na zona rural e urbana, bem como a ocorrência regular de cheias em sua várzea que ocasionam as enchentes.

No intuito de fundamentar teoricamente as bases do documentário, em sua segunda parte temática, apresentam-se os conceitos de desastres elucidados por Masato Kobiyama *et al*. (2006), Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR, 2009) e pelo Glossário da Defesa Civil Nacional: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (Castro, 1998). Esses conceitos evidenciam que os desastres são grandes perturbações de comunidades ocasionados por fenômenos naturais e antrópicos que acarretam consequências ambientais, humanas, materiais e perdas de ordem econômica e social.

Ainda na segunda parte temática, mostra-se o desastre da enchente ocorrido no dia 12 de janeiro de 2016 em Lençóis Paulista/SP, quando o rio Lençóis subiu 5 metros inundando 316 casas, sendo 30 destruídas, 99 imóveis comerciais e diversas instalações públicas danificados, além de diversas perdas na área rural como estradas, pontes, plantações, áreas de proteção e animais. A enchente deixou 2 pessoas mortas, 21 feridos, 131 desabrigados, 997 desalojados, dentre outros afetados, impactando negativamente 1342 pessoas. Entre os dias 9 e 13 de janeiro houve alto índice de precipitações, superiores a 350mm/m² e no dia 12 de janeiro ocorreu uma precipitação acumulada de 260 mm/m² que provocou o rompimento de diversas barragens localizadas nos municípios de Agudos, Borebi e Lençóis Paulista.

Para finalizar a segunda parte temática, a fundamentação teórica evoca a necessidade de redução de riscos de desastres naturais ou antrópicos na construção de uma sociedade resiliente em consonância com os objetivos do Marco Sendai (2015 – 2030) da UN-ISDR.

Já na terceira parte temática, é exibida uma série de entrevistas realizadas com pessoas atingidas pela enchente de 2016. Foram escolhidas duas famílias com baixos rendimentos e duas famílias com rendimentos superiores para responder questionamentos que mostram diferentes tipos de tratamento do poder público dependendo da localização e classe social desses envolvidos. Essas quatro famílias entrevistadas continuam residindo no mesmo endereço desde a enchente de 2016.

Além da identificação pessoal e localidade das moradias, também foi perguntado aos entrevistados sobre o tempo de moradia nesses imóveis, os conhecimentos de viverem em área de risco, os motivos de continuarem residindo nessas localidades e quais os auxílios oferecidos e recebidos do poder público e da população em geral. Nas entrevistas fica evidente que, quanto maior o estado de vulnerabilidade, menor é a atenção e ação do poder público para auxiliar essas famílias; destaca-se ainda a contribuição da população em geral em ações de solidariedade e contribuições para minimizar as consequências da enchente.

No final da entrevista, os entrevistados ficaram livres para relatar o que mais achassem importante sobre a enchente de 2016. Nesse momento, os entrevistados relataram muito sobre o descaso do poder público com a população atingida no antes, durante e pós deflagração do desastre. Também relataram a falta de planejamento para minimizar os danos e consequências, assim como a falta de transparência da comunicação. Uma família em especial, que se encontra na extrema periferia da cidade, relatou que as enchentes ocorrem todos os anos no bairro e que, em nenhuma das vezes, as autoridades públicas ou defesa civil os procuraram nem entraram em contato, nem mesmo em visita para conhecer os danos ou saber das necessidades dessa família, o que demonstra o total descaso do poder público com a população mais vulnerável.

Na quarta e última parte temática evoca-se a análise da realidade verificada acerca da problemática das enchentes em Lençóis Paulista no ano de 2022, ano de início da elaboração do documentário. Para tal tarefa, foi necessário recorrer aos ciclos econômicos do passado e atuais desse município para compreender que esses ciclos possuem sua justificativa financeira e empregatícia, mas também provocam impactos ambientais.

Três são os principais ciclos econômicos em monoculturas, com produção de *comodities*, pelos quais o município passou. São eles sequencialmente o dos cafezais, dos canaviais e atualmente, a transição dos canaviais para florestas de eucaliptos com fins comerciais: produção de papel, celulose e chapas laminadas de madeira. Esses ciclos econômicos contribuíram para o acúmulo de capital da elite local e regional.

No entanto, a Geografia agrária demonstra que, quando ocorre o prolongamento de monoculturas em um território, este sofre com impactos ambientais como assoreamento de corpos d'água, desgaste do solo, perda de biodiversidade, dentre outros. Reforça-se que tais impactos contribuem para a ocorrência de desastres como as enchentes.

No campo político estratégico de planejamento de redução de riscos de desastres naturais ou antrópicos verifica-se que o poder público promoveu e promove ações de prevenção, contudo, essas ações estão longe de ser suficientes para a resolução da problemática.

A produção desse documentário contribuiu para a ampliação da compreensão da realidade geográfica lençoense, especificamente sobre a temática de desastres. Ficou claro que a realidade da ocorrência de enchentes é recorrente em Lençóis Paulista, assim como também se verificou que o poder público cumpre pouco a sua função de proteção à população, em especial à parcela que se encontra em estado de vulnerabilidade.

Um ponto que merece destaque é a disposição ao voluntariado da população na prestação de auxílio a pessoas afetadas na enchente de 2016. Obviamente que esse auxílio é de obrigação do poder público, mas na falta da ação do referido poder, a população não atingida pelo desastre assumiu esse papel de prestar socorro e auxílio aos afetados.

Outro aspecto importante é a construção do conhecimento que aproxima a teoria da realidade uma vez que o local onde residem alguns alunos com os quais a pesquisa foi desenvolvida se encontra intimamente relacionado à temática sobre desastres naturais e antrópicos, visto que parte desses discentes residem na área de várzea do Rio Lençóis, portanto, em área de risco e foram bastante afetados pela enchente de 2016.

Contudo, esses mesmos discentes não possuem plena consciência de ações políticas e antrópicas sobre o meio que contribuem para a ocorrência de desastres e nem mesmo acerca da falta de ação pública para a redução de riscos e danos desses eventos.

Obs: Esse documentário foi produzido em 3 versões com legendas em 3 idiomas diferentes (Português, Espanhol e Inglês). O documentário pode ser acessado no *link* do *Google Drive* que segue (acesso aberto):

https://drive.google.com/drive/folders/1D1mte_oMWH9GJvsLFEunqPEW1-MxoRY5?usp=sharing

Considerações finais

A conclusão do presente capítulo abre olhares sobre a realidade da cidade de Lençóis Paulista e como incorporar esses conhecimentos em aulas, por exemplo, ao tratar o assunto de desastres naturais ou antrópicos, agora com mais embasamentos sobre a realidade socioambiental do município para trazer mais proximidade aos alunos de suas vivências.

Os resultados da pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica (PPGDEB) apontaram que a utilização do documentário sobre a enchente de Lençóis Paulista em 2016, contribuiu para o aprofundamento do conceito de desastres naturais ou antrópicos nos alunos, bem como, apontaram que aqueles que apresentavam maiores dificuldades na construção desse conceito superaram-nas após a aplicação do Objeto Educacional.

Com isso, este contribui com a construção do conhecimento crítico sobre desastres, em especial as enchentes, pois os alunos demonstraram um aprofundamento em suas respostas. Essas respostas se apresentaram com maior clareza de ideias após a exibição do documentário.

Para além desse fato, nas respostas pós aplicação do Objeto Educacional, os alunos evidenciaram vários temas que envolvem as enchentes, como a atuação do poder público, ou falta dela, no enfrentamento dos danos, prejuízos e na prevenção de novas ocorrências

de enchentes, bem como que a ação humana sobre o espaço provoca alteração no meio que contribui para os desastres, assim como a ocupação em áreas de riscos não deveria acontecer.

Um item interessante de se mencionar foi as respostas que demonstraram que a maior parte dos alunos gostaram mais da parte das entrevistas, o que corrobora, também, para a aproximação dos alunos com o tema.

É importante ressaltar que a presente pesquisa reafirma, como outras pesquisas já realizadas, a importância do ensino de Geografia para a compreensão do espaço do mundo atual.

O ensino de Geografia é capaz de contribuir significativamente para a construção do conhecimento crítico sobre o espaço e a realidade vivenciados pelos discentes por meio da consciência cidadã.

O despertar da consciência cidadã, permite a compreensão de que cada indivíduo é parte constituinte e transformador do espaço e da realidade vivenciados, assim sua atitude se torna um ato político de cobrança de melhoria dessa paisagem.

Assim como essa atitude, por meio da consciência cidadã, converge para a luta por menores desigualdades sociais, de oportunidade, por mais cobrança da ação efetiva e eficaz do poder público e em ações antrópicas que proporcionem maior prevenção, menores danos e prejuízos e menor influência na ocorrência de desastres.

A principal contribuição da referida pesquisa para o conhecimento acadêmico é que a produção e utilização do documentário sobre a enchente de 2016 é uma possibilidade para a construção do conhecimento crítico sobre desastres naturais ou antrópicos e trouxe proximidade do tema com a realidade de vivência dos alunos.

Outro valor para o conhecimento acadêmico é que essa pesquisa corrobora para a afirmação da necessidade de utilização da Geografia Crítica em ambiente escolar a fim de contribuir para a construção de uma consciência cidadã crítica.

Ainda é importante a menção que esta pesquisa contribuiu para a confirmação de que a parcela da sociedade que se encontra em estado de vulnerabilidade socioambiental é a que mais sofre com a eminência de desastres naturais ou antrópicos, seja pela falta de oportunidade ou condições de alterar sua própria realidade, como a falta de condições financeiras para se reestruturar após danos de um desastre ou seja, pela ineficiência ou descaso do poder público em minimizar os danos, prejuízos e adotar formas preventivas aos desastres, deixando a mercê da própria sorte essa parcela da sociedade.

Nota

3 Segundo Pires (1997), "o método dialético que desenvolveu Marx, o método materialista histórico-dialético, é método de interpretação da realidade, visão de mundo e práxis. A reinterpretação da dialética de Hegel (colocada por Marx *de cabeça para baixo*), diz respeito, principalmente, à materialidade e à concreticidade. Para Marx, Hegel trata a

dialética idealmente, no plano do espírito, das ideias, enquanto o mundo dos homens exige sua materialização. É com esta preocupação que Marx deu o caráter material (os homens se organizam na sociedade para a produção e a reprodução da vida) e o caráter histórico (como eles vêm se organizando através de sua história)" (Pires, 1997, p. 86).

Referências

AGUIAR, Sidiney. **Rio Lençóis de Ponta a Ponta:** da serra dos Agudos ao vale do Tietê. São Paulo: Páginas & Letras, 2014.

BARALDI, Luciana Duarte; PERON, Mauro Luiz. Aproximações entre Geografia e Cinema: estudo do documentário Fuocoammare (2016), de Gianfranco Rosi. **Revista Italiano UERJ**, v. 11, n. 2, p. 20, 2020.

BARDLN, Lawrence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC.** 2ª versão. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil.** 11/07/2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>. Acesso em 29/01/2024.

BORGES, Fabiana Ferreira; REGO, Nelson. Trabalhando com desastres naturais na disciplina de geografia no ensino fundamental e no ensino médio. **Ciência Geográfica-Bauru-XX**, v. 20, n. 1, 2016.

CARVALHO, A. M. P. A influência da história da quantidade de movimento e sua conservação no ensino de mecânica na escola de segundo grau. **Perspeicilium Museu de Astronomia e Afins**, v. 6, n. 1, 1992.

CARVALHO JUNIOR, Ilton Jardim de; MORAES SOBRINHO, Aparecido Pires de. A perpetuação de mitos no pensamento geográfico: a ideia das influências ambientais e a falsa dicotomia Determinismo/Possibilismo. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v. 13, n. 22, set./dez. 2017.

CARNEIRO, Celso Dal Ré; GONÇALVES, Pedro Wagner; LOPES, Osvaldo R. O ciclo das rochas na natureza. **Terra e Didática**, v. 5, n. 1, p. 50-62, 2009.

CASTELLAR, Sonia Maria. Raciocínio geográfico e a Teoria do Reconhecimento na formação do professor de Geografia. **Signos Geográfico**, v. 1, p. 01-20, 2019.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Glossário de Defesa Civil estudos de riscos e medicina de desastres**. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil. 5. ed. Brasília, 1998.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Ciência geográfica e ensino de geografia. In: **Geografia, escola e construção dos conhecimentos**. Campinas, SP: Papirus, 1998a.

CLAVAL, Paul. **História da Geografia.** Tradução José Braga Costa. Lisboa: Edições 70, 2006.

DANTAS, Aldo; BARBOSA, Jane Roberta de. **Instrumentação para o Ensino de Geografia III.** 2. ed. Natal, RN: EDUFRN, 2011.

DINIZ FILHO, Luis Lopes. A geografia crítica brasileira: reflexões sobre um debate recente. **Geografia**, v. 28, n. 3, p. 307-321, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** Editora Paz e Terra. São Paulo, 1994.

Google. 2023. **Lençóis Paulista**. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-22.5960513,-48.7945808,2319m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>. Acesso em 10/09/2023.

GHIDINI, Rafael; MORMUL, Najla Mehanna. Revolução agrícola neolítica e o surgimento do Estado classista: breve reconstituição histórica. **Revista de Ciências do Estado**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2020.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, n. 1, p. 44-58, 2002.

HOLTZ, Luiz Ayres; FERREIRA, Cesar Cunha (Organizadores). **Atlas escolar:** Histórico e geográfico – Lençóis Paulista. 2. Ed. São Paulo: Noovha América, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Cidades:** Lençóis Paulista, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/lencois-paulista/panorama>. Acesso em 04/02/2024.

INSTITUTO PRÓ-TERRA. **Mergulho na Sub-Bacia do Rio Lençóis.** Jaú. Disponível em: <http://institutoproterra.org.br/mergulho-rio-lencois-caracteristicas/>. Acesso em: 09/09/2023.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORETO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela, P. V. de Oliveira; MARCELINO, Emerson V.; GONÇALVES, Edson F.; BRAZETTI, Leticia Luiza Penteado; GOERL, Roberto Fabris; MOLLERI, Gustavo Souto Fontes; RUDORFF, Frederico de Moraes. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. – 1. ed. - Curitiba: Organic Trading, 2006.

LENCIONI, Sandra. **Região e Geografia**. São Paulo: Edusp, 2009.

LONDERO, Leandro. A história e filosofia da ciência na formação de professores de física: controvérsias curriculares. **História da Ciência e Ensino:** construindo interfaces, v. 11, p. 18-32, 2015.

MAGNONI JÚNIOR, Lourenço. Educação e ensino de Geografia de qualidade para a construção de uma sociedade democrática e resiliente. **Ciência Geográfica - Bauru -** Ano XXII - Vol. XXII - (1): Janeiro/Dezembro, p. 179-198 2018.

MAGNONI JÚNIOR, Lourenço; MAGNONI, Antonio Francisco; MAGNONI, Maria

da Graça Mello. Educação, trabalho e exclusão social no mundo globalizado. **Ciência Geográfica - Bauru**, Ano XV - Vol. XV - (1), Janeiro/Dezembro, 2011.

MANCINI, Aryta Alves. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2005.

MARTINS, Mário Henrique da Mata; TAVANTI, Roberth Miniguine; SPINK, Mary Jane Paris. Versões de vulnerabilidade em artigos científicos brasileiros sobre desastres ambientais. **Athenea digital**, v. 16, n. 3, p. 347-366, 2016.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, n. 3-5, 1990.

MATTEDI, Marcos Antônio; BUTZKE, Ivani Cristina. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, p. 93-114, 2001.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia:** pequena história crítica. Santos: Annablume, 2007.

MORANDI, Sonia. **Espaço e técnica**. São Paulo: Copidart, 2003.

MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em Geografia:** ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

MOURA, Jeani Delgado Paschoal; ALVES, José. Pressupostos teórico-metodológicos sobre o ensino de geografia: elementos para a prática educativa? **Geografia - Londrina**, v. 11, n. 2, p. 309-320, 2002.

OLIVEIRA, Angelina dos Santos. **Aulas-passeio:** contribuições para aprendizagens em ciências. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza, 2016.

PIRES, Marília Freitas de Campos. O materialismo histórico-dialético e a educação. **Interface-comunicação, saúde, educação**, v. 1, p. 83-94, 1997.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib. A geografia: pesquisa e ensino. In: CARLOS, A. F. A. **Novos caminhos da geografia**. São Paulo: Contexto, 1999.

RANGEL, Mary; RODRIGUES, Jéssica do Nascimento; MOCARZEL, Marcelo. Fundamentos e princípios das opções metodológicas: Metodologias quantitativas e procedimentos quali-quantitativos de pesquisa. **Omnia**, v. 8, n. 2, p. 5-11, 2018.

RUBIO, Juan Carlos Colomer; PAIXAO, Yan Navarro da Fonseca. A produção de documentários como recurso didático tic para o ensino de geografia e história: metodologia e proposta de trabalho. **Giramundo**, v. 2, n. 3, p. 31-38, 2015.

SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado:** Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. (Coleção Milton Santos; 10)

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo:** globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec,1994.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista:** etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental / Secretaria da Educação. Vl1. São Paulo: SE, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Documento orientador:** Implantação do Novo Ensino Médio / Secretaria da Educação. Versão 1. São Paulo: SE, 2021.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica, quadragésimo ano:** novas aproximações. Campinas: Autores Associados, 2019.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA, Curitiba**, n. 7, p. 79-85, 2003.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, 2014.

SILVA, Alex Rodrigues da. **Investigação da própria prática docente por meio da análise narrativa:** um estudo e proposta de seus processos investigativos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação. Bauru, 2022.

SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE.** Lençóis Paulista, 2016.

SOUZA, Beatriz de Barros; FREITAS, Francisco. Nomadismo, migração, refúgio. **Cadernos de Subjetividade**, n. 19, p. 101-114, 2016.

SOUZA, Thiago Tavares de; RODELA, Luciana Graci. **Fundamentos epistemológicos da Geografia.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

STEVAUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TABOADA, Nina G.; LEGAL, Eduardo J.; MACHADO, Nivaldo. Resiliência: em busca de um conceito. **Journal of Human Growth and Development**, v. 16, n. 3, p. 104-113, 2006.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (Organizadores). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

VALDEZ, H.; COCCHIGLIA, M. ONU / UNISDR, Organização das Nações Unidas. **Como Construir Cidades Mais Resilientes:** Um Guia para Gestores Públicos Locais. Nações Unidas: Genebra, 2012.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

DESASTRES INVISÍVEIS: DENGUE, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A NATURALIZAÇÃO DE UMA CRISE NO BRASIL

INVISIBLE DISASTERS: DENGUE, CLIMATE CHANGE, AND THE NATURALIZATION OF A CRISIS IN BRAZIL

DESASTRES INVISIBLES: DENGUE, CAMBIO CLIMÁTICO Y LA NATURALIZACIÓN DE UNA CRISIS EN BRASIL

CATASTROPHES INVISIBLES: DENGUE, CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LA NATURALISATION D'UNE CRISE AU BRÉSIL

Izabelle Cristina Gusmão da Silva[1]
Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer[2]
Léia Aparecida Veiga[3]
José Mauro Palhares[4]
Alexandre Luiz Rauber[5]

1 Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina - UEL. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5626-3270. E-mail: izabelle.gusmao@uel.br.
2 Doutora em Engenharia Agrícola. Professora titular no curso de Geografia na Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7718-4002. E-mail: marcia.scheer@unila.edu.br.
3 Doutora em Geografia. Professora na Universidade Estadual de Londrina - UEL. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7870-293X. E-mail: leia.veiga@uel.br.
4 Doutor em Geografia. Professor na Universidade Federal do Amapá - UNIFAP. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9311-1049. E-mail: palhares@unifap.br.
5 Doutor em Geografia. Professor na Universidade Federal do Amapá - UNIFAP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4909-6491. E-mail: rauber@unifap.br.

Introdução

A dengue é uma das principais doenças transmitidas por vetores no mundo, sendo considerada um grave problema de saúde pública, especialmente em países tropicais e subtropicais. No Brasil, sua ocorrência tem sido historicamente elevada, consolidando-se como uma doença endêmica. A naturalização da dengue no país, ou seja, a aceitação social e governamental de sua recorrência como um problema inevitável, tem contribuído para a manutenção e o agravamento dos índices de infecção ao longo das últimas décadas. Paralelamente, as mudanças climáticas globais têm exercido um papel significativo na ampliação dos territórios favoráveis à proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor do vírus da dengue, intensificando os surtos da doença.

A naturalização de um problema de saúde pública implica a assimilação de sua presença como um evento cotidiano, reduzindo a percepção de urgência por parte da população e das autoridades. No caso da dengue, essa percepção pode resultar em falhas no combate ao vetor, descontinuidade de políticas públicas de controle e menor adesão da sociedade às medidas preventivas. Além disso, a associação entre mudanças climáticas e o aumento da incidência da dengue ainda não é amplamente reconhecida, dificultando a implementação de estratégias eficazes de mitigação.

O aquecimento global influencia diretamente o ciclo biológico do *Aedes aegypti*, uma vez que temperaturas mais elevadas aceleram seu metabolismo, reduzindo o tempo necessário para sua reprodução e aumentando sua capacidade de transmissão viral. O regime de chuvas também desempenha um papel crucial, pois períodos prolongados de precipitação e alagamentos criam ambientes propícios para o desenvolvimento das larvas do mosquito. Dessa forma, há uma relação direta entre os padrões climáticos e a intensificação da circulação da dengue no Brasil.

Diante desse cenário, a presente pesquisa busca analisar como a naturalização da dengue impacta sua proliferação e de que forma as mudanças climáticas agravam esse quadro, ampliando os desafios para a saúde pública. O texto propõe uma abordagem geográfica e climatológica para compreender os fatores que contribuem para a persistência da dengue no Brasil e discutir estratégias para sua desnaturalização.

A metodologia adotada baseia-se em uma revisão bibliográfica de teses e dissertações disponíveis no Banco de Teses da CAPES, bem como em artigos científicos e relatórios epidemiológicos sobre a relação entre dengue, mudanças climáticas e políticas públicas. Além disso, são analisados dados climáticos e epidemiológicos que evidenciam a expansão geográfica da dengue em diferentes regiões do Brasil ao longo dos últimos anos.

Este trabalho está estruturado em dois tópicos principais. O primeiro tópico discute a naturalização da dengue no Brasil, abordando seu histórico no país. O segundo tópico analisa a relação entre mudanças climáticas e a proliferação do *Aedes aegypti*, destacando como o aumento das temperaturas e as variações no regime de chuvas favorecem a

disseminação do mosquito, além da percepção social da doença e os impactos dessa aceitação na efetividade das políticas de combate ao vetor. Por fim, as considerações finais sintetizam as principais conclusões da pesquisa e sugerem direções para futuras investigações e políticas públicas.

Espera-se que este estudo contribua para uma reflexão crítica sobre a forma como a dengue tem sido tratada no Brasil, ressaltando a necessidade de um olhar mais atento às relações entre saúde, clima e território. A desnaturalização da dengue é um passo essencial para a construção de políticas mais eficazes e sustentáveis no enfrentamento dessa enfermidade, que, sob a influência das mudanças climáticas, tende a se tornar um desafio ainda maior nas próximas décadas.

Evolução da dengue no Brasil e sua expansão nacional

A dengue é uma doença viral transmitida principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti*, caracterizada por sintomas como febre alta, dores de cabeça, dores atrás dos olhos, dores musculares e articulares, além de erupções cutâneas. No Brasil, a dengue é endêmica e representa um grande desafio para a saúde pública devido à sua alta incidência e potencial para causar surtos sazonais graves (Oliveira *et al.*, 2022; WHO, 2023).

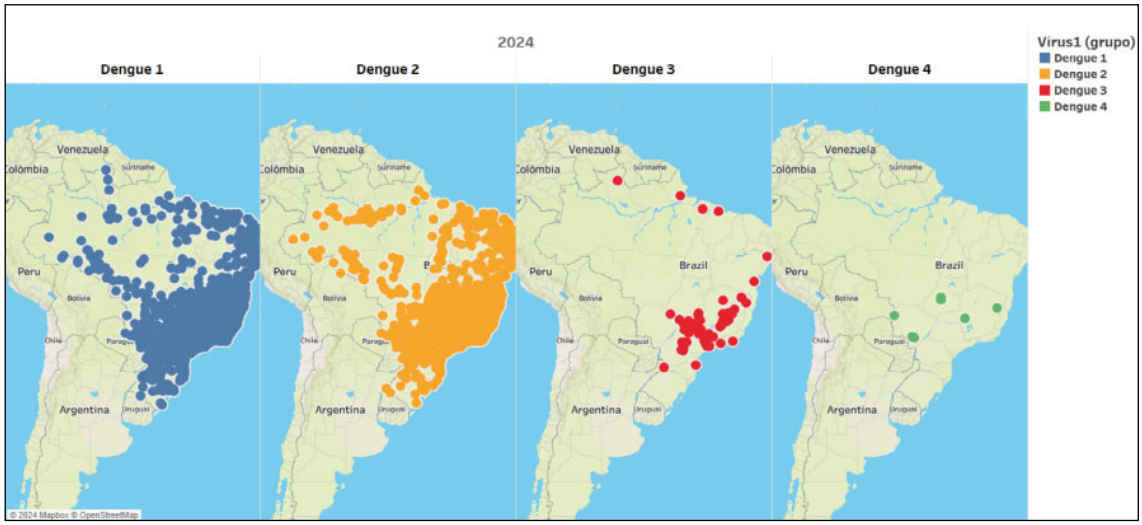
Em nível global, a incidência da dengue aumentou drasticamente nas últimas duas décadas. A Organização Mundial da Saúde (OMS) registrou um crescimento de dez vezes no número de casos reportados entre 2000 e 2019. No Brasil, a quantidade de casos também tem seguido uma tendência crescente, com milhões de registros anuais e aumentos expressivos durante os períodos chuvosos (Pereira *et al.*, 2023; WHO, 2023). As formas mais graves da dengue, como a hemorrágica e a síndrome do choque da dengue, dificultam ainda mais o manejo clínico da doença. O diagnóstico diferencial é um grande desafio, pois os sintomas podem se assemelhar a outras enfermidades febris, tornando necessário o uso de testes laboratoriais específicos para confirmação. Contudo, a disponibilidade e o acesso a esses exames ainda são limitados em áreas remotas (Salles *et al.*, 2018).

O *Aedes aegypti* passa por um ciclo de desenvolvimento holometábolo, incluindo fases aquáticas como ovo, larva e pupa, além da fase adulta, que é terrestre. As fêmeas do mosquito depositam seus ovos em recipientes com água parada, como pneus, vasos de plantas, caixas d'água, latas e garrafas. Apesar disso, também foram encontrados criadouros naturais em áreas urbanizadas, como bromélias, internódios de bambu e buracos de árvores, demonstrando a ampla capacidade adaptativa dessa espécie aos espaços ocupados pelo homem.

No Brasil, os primeiros relatos de casos de dengue ocorreram no início do século XX, em São Paulo e no Rio de Janeiro, mas foi apenas em 1981/1982, durante uma epidemia em Boa Vista, Roraima, que houve a confirmação laboratorial da doença, com a identificação dos sorotipos DENV-1 e DENV-4. O surto foi contido com sucesso e esses sorotipos não

se disseminaram para outras áreas do país. Após um período de silêncio epidemiológico, o sorotipo DENV-1 foi identificado novamente em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, em 1986, espalhando-se rapidamente para outras regiões. Em 1990, o DENV-2 foi isolado em Niterói, também no Rio de Janeiro, período em que se observou um aumento significativo nos casos graves e nas primeiras mortes relacionadas à infecção. A circulação do DENV-3 no Brasil foi detectada no final do ano 2000, novamente em Nova Iguaçu, e, em 2010, o sorotipo DENV-4 foi reintroduzido no país, primeiro em Roraima e, posteriormente, no Rio de Janeiro. Desde então, os quatro sorotipos circulam simultaneamente no Brasil.

Por exemplo, em 2024, os quatro sorotipos do vírus da dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3 E DENV-4) foram identificados no país. Todas as unidades federativas apresentaram circulação concomitante de DENV-1 e DENV-2. Os Estados de Roraima, Pará, Amapá, Maranhão, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul apresentaram circulação de três sorotipos (DENV-1, DENV-2 e DENV-3). Detecções esporádicas do DENV-4 foram registradas em Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Destaca-se a circulação de DENV-3 de forma predominante no Amapá (Figura 1).



Fonte: Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL) (2024).

Figura 1. Distribuição dos quatro sorotipos de vírus de dengue nas unidades federativas no ano de 2024.

A doença é endêmica em mais de cem países tropicais e subtropicais das Américas, África, Ásia, Oriente Médio e Ilhas do Pacífico, colocando cerca de 4 bilhões de pessoas em risco. Em 2013, um estudo estimou aproximadamente 390 milhões de infecções anuais por DENV no mundo, abrangendo tanto casos sintomáticos quanto assintomáticos (Viana; Ignotti, 2013).

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) enfatizou a necessidade de uma gestão integrada dos programas de controle devido ao agravamento da situação epidemiológica, às epidemias frequentes, aos altos custos econômicos e sociais, ao

impacto sobre o turismo e à sobrecarga dos serviços de saúde. No Brasil, fatores como urbanização acelerada, saneamento básico inadequado e grande fluxo de pessoas entre cidades favorecem a proliferação do *Aedes aegypti*.

Em resposta ao avanço da doença, foi criado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) em 2002. As estratégias incluíam ações contínuas, mobilização social para eliminação de criadouros, fortalecimento da vigilância epidemiológica, integração do combate ao vetor na atenção primária, uso de legislação para remoção de focos em imóveis abandonados e atuação multissetorial em saneamento e gestão de resíduos. Cinco anos após sua implementação, o PNCD registrou avanços, como financiamento sustentável, desenvolvimento do Levantamento Rápido de Índice de Infestação por *Aedes aegypti* (LIRAa), criação de planos regionais para grandes capitais, capacitação de profissionais da saúde e campanhas de conscientização. No entanto, persistiam desafios como a ausência de uma vacina eficaz na época, dificuldades na previsão de surtos e resistência do mosquito a inseticidas.

Nesse contexto, a distribuição dos casos de dengue no Brasil é heterogênea, com variações regionais significativas. A região Sudeste, devido à alta densidade populacional e urbanização intensa, historicamente apresenta o maior número de casos. O Centro-Oeste também se destaca pela elevada incidência, favorecida pelo clima tropical. Já o Sul, apesar de registrar menor incidência, tem apresentado aumento progressivo de casos.

Em estudos sobre os dados da dengue no Brasil entre 2014 e 2024 (Rezende; Albino, 2025), revela-se um histórico de oscilações no número de casos confirmados, com períodos de alta e baixa incidência. Foram analisados dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e outras fontes governamentais, incluindo registros de casos confirmados, hospitalizações e óbitos, segmentados por região, faixa etária e gênero, utilizando estatística descritiva. Os resultados mostram variações notáveis:

- O Sudeste concentrou 61,93% dos casos em 2015 e 64,33% em 2024.
- O Centro-Oeste teve alta incidência em 2018, com 40,28% dos casos.
- O Nordeste se destacou em 2022, representando 32,43% dos casos.
- O Sul apresentou crescimento a partir de 2022, atingindo 25,86% em 2023.

Além disso, os dados apontam um aumento expressivo de casos em 2024, totalizando 6.350.172 registros, o que representa um crescimento de 320,84% em relação a 2023. As hospitalizações chegaram a 180.726, e os óbitos foram mais frequentes no Sudeste e Sul do país.

A oscilação nos casos de dengue no Brasil entre 2014 e 2023 reflete a complexidade da transmissão, influenciada por fatores ambientais, sociais e de políticas públicas. Picos de casos coincidem com condições climáticas favoráveis à proliferação do vetor, como chuvas intensas e temperaturas elevadas. Por outro lado, os anos de menor incidência pode estar relacionados tanto ao sucesso temporário das políticas de controle quanto a fatores como subnotificação ou impactos da pandemia de Covid-19 em 2020 e 2021. O ressurgimento da dengue em 2022 e 2023 reforça os desafios persistentes no combate à doença.

Diante desse cenário, a necessidade de uma vigilância epidemiológica contínua e robusta se torna evidente. A dengue, impulsionada por mudanças climáticas, urbanização desordenada e falhas na gestão de controle, continua sendo um grave problema de saúde pública no Brasil, exigindo medidas intersetoriais permanentes para sua mitigação.

De acordo com Monken e Barcellos (2005), o termo vigilância em saúde, inicialmente, nos remete à palavra "vigiar". Do latim "*vigilare*", significa observar de forma atenta, estar sentinela, procurar, cuidar e precaver-se (Holanda, 1999). No campo da saúde, a vigilância está historicamente ligada aos conceitos de saúde e doença presentes em cada época e lugar, considerando suas práticas de atenção e cuidado com os doentes e os mecanismos adotados para impedir a disseminação dessas doenças. Em contextos de epidemias, como a dengue, essas práticas se tornam ainda mais fundamentais, uma vez que a disseminação rápida do vírus pode ser evitada com medidas eficazes de controle e monitoramento. Essas relações se diferenciavam de acordo com a diversidade histórica, social, econômica e cultural, pois para Meneghel *et al.* (2002), a Vigilância em Saúde é uma prática social e histórica, mesmo que seja travestida de neutralidade e objetividade.

A partir dessa definição, a vigilância em saúde, fundamentada em diferentes disciplinas (Teixeira *et al.*, 2000), busca o entendimento das desigualdades sociais para intervir no processo de adoecimento das populações, levando em consideração as especificidades de doenças como a dengue.

Para Silva (2023), a compreensão de que a relação dinâmica dos aspectos socioambientais de uma população em um território é o que indica suas necessidades de cuidado à saúde é essencial, especialmente quando se trata de epidemias, como a da dengue. Essa abordagem permite entender que as condições sociais e ambientais, como a falta de saneamento básico e a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, podem facilitar a disseminação de doenças. Essa interdisciplinaridade, que é inerente à vigilância em saúde, propicia ao campo da saúde pública a chance de pensar e realizar medidas de controle da dengue e outras doenças, levando em consideração cada realidade social. Os acontecimentos que impactam a qualidade de vida das populações são gerados a partir das interações e situações diversas que podem ser observadas e tratadas de forma integrada, conforme os contextos locais (Teixeira *et al.*, 2000).

Monken e Barcellos (2005) demonstram como o conhecimento geográfico é importante em momentos de calamidade pública, como nas epidemias de dengue, pois são os conceitos da Geografia que auxiliam nas estratégias empregadas, considerando o espaço como um elemento fundamental na explicação dos fenômenos de saúde. No caso da dengue, isso é fundamental para avaliar os programas de vigilância local e identificar as desigualdades no território, como áreas mais vulneráveis à proliferação do mosquito, para uma melhor redistribuição de recursos. Dessa maneira, a distribuição espacial dos casos de dengue nos municípios é um alicerce para estudos sobre a transmissibilidade da doença, permitindo que os profissionais de saúde tenham acesso rápido às informações para vigiar os casos ativos.

O impacto das mudanças climáticas na expansão da dengue

As influências climáticas ainda estão longe de serem totalmente conhecidas, devido à complexidade em relacionar o homem e as variações do ambiente. Portanto, é de grande importância estudar o relacionamento entre saúde e clima, pois esta é uma área preocupante quando se leva em consideração a ocorrência das mudanças climáticas (Caseiro *et al.*, 2003). Esse fato é, potencialmente, a maior ameaça à saúde mundial no século XXI (Costello *et al.*, 2009). A ocorrência do processo de mudanças climáticas, principalmente aquelas devido ao aquecimento global induzido pela ação humana, foi pela primeira vez alertada na década de 1950.

Já no final do século XIX, o pesquisador sueco SvanteArrherius havia levantado a possibilidade de aumento de temperatura devido a emissões de dióxido de carbono (Barcellos, 2009). Ao longo dos anos 1980, cresceu a preocupação de pesquisadores ligados a questões ambientais com o impacto dessas mudanças sobre ecossistemas. Na década de 1990, foram desenvolvidos modelos que permitiram, de um lado, explicar a variabilidade climática ocorrida ao longo do século e, de outro lado, avaliar a contribuição de componentes naturais (vulcanismo, alterações da órbita da Terra, explosões solares, etc.) e antropogênicos (emissão de gases do efeito estufa, desmatamento e queimadas, destruição de ecossistemas, etc.) sobre essas variações (Barcellos, 2009). O primeiro relatório global sobre as mudanças climáticas e a saúde foi publicado pela OMS em 1990.

Durante a ECO-92, foi instalada a convenção sobre mudanças climáticas, juntamente com as convenções sobre diversidade biológica e desertificação. No entanto, o tema das mudanças climáticas somente ganhou maior destaque na mídia no último ano, repercutindo sobre as agendas de governos e pesquisa e no imaginário popular, como a divulgação do 4º relatório de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas em fevereiro de 2007; e o filme "Uma verdade inconveniente", ganhador do Oscar de melhor documentário de 2007.

Dessa maneira, para Schreiber (2001), um bom entendimento das relações entre o clima e a dengue é importante tanto para facilitar a análise dos potenciais impactos que as mudanças climáticas podem causar na evolução da dengue, quanto para contribuir para a elaboração de políticas públicas de prevenção da doença nas áreas afetadas. Em particular, a temperatura afeta a taxa de multiplicação de insetos. A sazonalidade é uma componente chave do clima e, no verão, em várias regiões temperadas, as temperaturas podem ser tão elevadas quanto nas regiões tropicais. Porém, a grande diferença, que contribui para o aumento da atividade dos vetores nas regiões tropicais é o fato de essas últimas não terem invernos frios (Reiter, 2001).

Nesse sentido, o termo doenças tropicais é utilizado para conceituar as doenças que têm a maior incidência nos trópicos, em razão de estarem intimamente relacionadas com as variáveis climáticas e as condições políticas, econômicas e socioambientais.

Ferreira (2003) afirma que o termo "doenças tropicais" ainda é muito controverso, pois diferentes critérios vêm sendo utilizados para definir o que são doenças tropicais. As três vertentes de definição das doenças tropicais baseiam-se: 1) na valorização dos aspectos ambientais, como as variáveis climáticas (temperatura e umidade); 2) na correlação com as condições de subdesenvolvimento; e 3) na relação dos dois critérios, valorizando os aspectos regionais. Muitas doenças têm ocorrência sazonal, o que está atrelado, principalmente, às condições climáticas. A dengue é uma doença tropical e subtropical, mas prolifera mais em países tropicais devido ao clima quente e úmido; por isso, nesses países há uma maior necessidade de estudo de prevenção dessa epidemia. As condições socioambientais desses países também são favoráveis à proliferação do vetor transmissor da dengue.

Assim, a dinâmica de transmissão das doenças tropicais é fortemente influenciada pelas variáveis climáticas. A temperatura, precipitação e umidade relativa são de essencial importância para o estudo das influências do clima nas doenças tropicais. Variáveis importantes, como o vento, radiação de ondas longas e nebulosidade, atuam de forma significativa e devem ter suas influências consideradas no processo de atuação da doença (Reiter, 2001).

O aumento rápido da temperatura pode diminuir o período de incubação extrínseca e reduzir o tempo entre uma refeição e outra do mosquito, aumentando a capacidade de transmissão da dengue. Períodos mais curtos de incubação extrínseca resultarão em maior proporção de mosquitos infectantes, aumentando a eficiência da transmissão (Schreiber, 2001).

Segundo Rueda *et al.* (1990), as temperaturas mais elevadas podem resultar em mosquitos adultos de menor tamanho corporal. Por outro lado, nessas situações, as fêmeas adultas buscam um maior número de refeições, aumentando a taxa de repasto. As taxas máximas de sobrevivência do mosquito foram identificadas na faixa de temperatura entre 20ºC e 30ºC (Rueda *et al.*, 1990).

Segundo modelos, temperaturas superiores a 40ºC reduzem a expectativa de vida do *Aedes aegypti*, compensando o aumento da taxa de repasto e propagação do vírus, reduzindo uma potencial epidemia (Patz *et al.*, 1998). No entanto, temperaturas acima de 30ºC podem ter um impacto pequeno sobre o *Aedes aegypti*, uma vez que o mosquito pode reduzir sua atividade diurna, refugiando-se em locais onde as temperaturas sejam mais amenas, dentro das residências (Schreiber, 2001).

Modelos simples sugerem que o aumento global da temperatura pode aumentar as taxas de transmissão dessas doenças e alargar seus limites geográficos. No entanto, históricos de três doenças transmitidas por mosquitos (malária, febre amarela e dengue) revelam que o clima raramente tem sido o principal determinante no aumento dos casos (Reiter, 2001).

Para Amarakoon *et al.* (2007), anos com períodos mais quentes, como nos casos de ocorrência de eventos El Niño, fazem com que as epidemias surjam mais cedo no Caribe. Conforme os autores, análises de índices baseados em temperatura média parecem ser eficazes na elaboração de estratégias para mitigação de epidemias de dengue. Fuller *et al.* (2008) utilizaram dados sobre El Niño e índices de vegetação para encontrar padrões

de ocorrência da doença. O modelo elaborado pelos autores reproduziu as epidemias na Costa Rica com uma acurácia de 64%.

Mendonça (2005) alerta que não se deve creditar toda a incidência de doenças tropicais ao clima, mas, ao mesmo tempo, não se deve menosprezar sua influência. Entretanto, o pesquisador pontua que a dengue "[...] tem apresentado elevação no número de casos, bem como ampliação de sua área de ocorrência, o que pode estar ligado ao processo de intensificação do aquecimento global" (Mendonça, 2005, p. 108). Este pesquisador relata que há estudos que demonstram a ampliação da doença para a Região Sul, que apresenta tendências à intensificação do aquecimento, "[...] o que evidencia uma clara relação entre sua expansão e a intensificação do efeito estufa global na escala regional" (Mendonça, 2005, p. 111).

Barcellos *et al.* (2009) lembram que as alterações climáticas, além de trazer alguns problemas, podem solucionar outros, como a diminuição da alta mortalidade devido às temperaturas rigorosas do inverno. Estes autores apresentam as consequências das mudanças climáticas (que podem ser diretas, a partir de desastres como enchentes, ondas de calor, secas e queimadas, ou indiretas, a partir da escassez de alimentos e proliferação de vetores, por exemplo), mas destacam que [...] o clima e os eventos extremos não podem ser responsabilizados pelos agravos à saúde.

Seja o desmatamento de florestas, que extermina o habitat natural de inúmeras espécies, podendo levar à extinção de seus predadores e favorecer um crescimento descontrolado de outras, resultando em desequilíbrio ambiental; seja o aumento progressivo da impermeabilização do solo, que fomenta o fenômeno de ilhas de calor, existem elementos que agravam a vulnerabilidade para enfrentamento das mudanças climáticas. Ou seja, é inegável que o mundo vem passando por mudanças climáticas, especialmente o aquecimento global, causadas pelas atividades humanas ao longo dos séculos. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a temperatura da superfície global está cerca de 1,1°C mais alta em comparação aos anos pré-industriais, e esse aquecimento deve chegar a 1,5°C entre 2030 e 2052, caso a curva de aumento siga no ritmo atual.

Dessa forma, mais importante que associar o aumento de doenças à intensificação das alterações do clima (que, conforme o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, IPCC, têm origem predominante nas atividades antropogênicas), é reconhecer que a vulnerabilidade das pessoas frente a essas doenças é decorrente de uma combinação de fatores derivados da degradação ambiental, fruto do sistema social no qual estamos inseridos, somado ao crescimento populacional.

As condições sociais, como situação de moradia, alimentação e acesso aos serviços de saúde, são fatores que aumentam a vulnerabilidade das populações expostas aos episódios das mudanças climáticas, que, somados à exposição a poluentes atmosféricos, poderão apresentar efeitos sinérgicos com o agravamento de quadros clínicos. Em áreas sem ou com infraestrutura urbana limitada, principalmente em países em desenvolvimento, todos

esses fatores podem recair sobre as populações mais vulneráveis, aumentando a demanda e os gastos dos serviços de saúde (Barcellos, 2009).

De acordo com Lima-Camara (2024), as mudanças climáticas afetarão a distribuição geográfica dos mosquitos vetores e das doenças associadas a eles. Alguns modelos indicam que a distribuição do *Aedes aegypti* pode ser ampliada com o aquecimento global, sendo provável que, em 2080, essa espécie esteja presente em cerca de 159 países do mundo, sendo reportado pela primeira vez em, pelo menos, três deles. A chegada de doenças em países onde a população foi pouco ou nunca exposta aos patógenos pode resultar em grandes epidemias, como foi observado para Zika e Chikungunya.

Assim, as mudanças climáticas globais desempenham um papel significativo na expansão geográfica e na intensificação da dengue. O aumento das temperaturas médias, as alterações nos padrões de chuva e a ocorrência de eventos climáticos extremos influenciam diretamente a ecologia do *Aedes aegypti*.

Com o aquecimento global, regiões que anteriormente apresentavam temperaturas inadequadas para a sobrevivência do mosquito passaram a se tornar ambientes propícios para sua reprodução. Além disso, a elevação da temperatura acelera o ciclo de vida do mosquito e reduz o período de incubação do vírus, o que aumenta a taxa de transmissão da doença.

O tempo de desenvolvimento entre o ovo e o adulto do *Aedes aegypti* pode ser mais curto conforme o aumento da temperatura. Em laboratório, foi observado que o tempo médio de desenvolvimento entre o ovo e o adulto dessa espécie, a 25°C, foi de 8,86 dias. Entretanto, o aumento de apenas dois graus, ou seja, a 27°C, fez com que esse tempo de desenvolvimento fosse reduzido para 7,30 dias (Lima-Camara, 2024).

A temperatura também pode influenciar o Período de Incubação Extrínseco (PIE) do vírus, que é o tempo entre a realização do repasto sanguíneo pela fêmea e a chegada do vírus nas glândulas salivares do mosquito. Em laboratório, já foi observado que o PIE do sorotipo DENV-2 é menor nas fêmeas de *Aedes aegypti* sob temperaturas entre 32°C e 35°C, o que faz com que o patógeno atinja mais rapidamente as glândulas salivares do mosquito. Em outro estudo em laboratório, foi demonstrado que o aumento de 2°C na temperatura foi capaz de reduzir o PIE dos sorotipos DENV-2 e DENV-4 em fêmeas de *Aedes aegypti*. A 28°C, ambos os sorotipos puderam ser detectados nas glândulas salivares das fêmeas nove dias após a realização do repasto sanguíneo, mas esse PIE caiu para cinco dias quando a temperatura foi de 30°C (Lima-Camara, 2024).

Além disso, as alterações nos padrões de precipitação também desempenham um papel crucial. Chuvas intensas seguidas de períodos secos criam inúmeros criadouros temporários, como poças d'água e recipientes descartados, facilitando a proliferação do mosquito. Eventos climáticos extremos, como enchentes e secas severas, podem deslocar populações e comprometer infraestruturas de saneamento, aumentando a vulnerabilidade das comunidades à dengue.

Dessa forma, é importante frisar que, além das mudanças climáticas, aspectos sociais, políticos e econômicos também podem favorecer o ciclo de transmissão do DENV.

A urbanização rápida e não planejada, aliada a condições sanitárias precárias, à pouca infraestrutura de saúde pública, à redução do acesso aos cuidados de saúde e aos esforços limitados de controle do mosquito vetor também contribuem para as epidemias de dengue.

Recentemente, o estudo de Silva *et al.* (2024) avaliou os indicadores climáticos e demográficos do Brasil entre 2000 e 2020, com o objetivo de explicar a expansão da dengue e o aumento do número de casos da doença no país. O estudo indicou que o número de microrregiões com taxas de incidência superiores a 300/100 mil habitantes tem aumentado ao longo dos anos, especialmente nas partes oeste e sul das regiões Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente. Além disso, nas regiões Centro-Oeste e Sul, para o período entre 2014 e 2020, foi observado um aumento da quantidade de dias excessivamente quentes em comparação aos anos de 2007 a 2013 (Silva *et al.*, 2024). O maior número de dias quentes, com temperaturas acima do esperado para a região, é uma das consequências das mudanças climáticas que pode ajudar a explicar o aumento da incidência de dengue observado no país.

Já o estudo de Lima-Camara (2024), avaliou a evolução espaço-temporal dos casos de dengue no Brasil entre 2001 e 2012, analisando a relação entre os registros reportados e os fatores sociodemográficos. A ocorrência de casos de dengue no Brasil entre 2001 e 2012 apresentou uma associação inversa com a proporção de pessoas que vivem em áreas rurais, ou seja, quanto maior a população humana nas cidades, maior é o risco de dengue. Também foi observada uma associação direta e inversa, respectivamente, entre o índice de Gini e a presença de rede de esgoto com o risco de dengue. Em outro estudo, foi demonstrado que a incidência de dengue apresentou um padrão heterogêneo no Nordeste do Brasil entre os anos de 2014 e 2017, sendo que indicadores sociais, como densidade populacional humana, educação e vulnerabilidade social, mostraram correlação positiva com a doença. Por exemplo, o acesso à água encanada teve uma correlação negativa com a incidência de dengue (Lima-Camara, 2024).

Há uma complexidade em torno desse processo. Por isso, queremos chamar atenção para o fato de que, apesar de todos estarem suscetíveis aos riscos climáticos, as afetações serão diferentes, seja porque seus efeitos são distintos, seja porque existirão vulnerabilidades de diversas formas. No Brasil, muitas questões climáticas ainda precisam ser melhor investigadas, mas há dados que mostram que a América Latina, devido à maior dependência dos recursos naturais e às profundas desigualdades sociais, será e está sendo bastante afetada pelos efeitos da mudança do clima (PNUD, 2007).

Apesar dos altos índices de contaminação e das consequências graves que a dengue pode causar, sua presença no país parece ter se tornado algo "comum".

Esse fenômeno, conhecido como naturalização da doença, significa que, de certa forma, a sociedade e o poder público passaram a encarar a dengue como um problema inevitável, algo que simplesmente faz parte da realidade nacional.

Historicamente, o discurso predominante sobre desastres ambientais sugere que esses eventos ocorrem de forma inevitável, como parte de um ciclo natural do planeta.

No entanto, a ciência tem demonstrado que as ações humanas não apenas contribuem para o agravamento desses eventos, mas também determinam quem será mais afetado e com que intensidade. As enchentes, por exemplo, não são causadas apenas por chuvas intensas, mas também pelo crescimento urbano desordenado, pelo aterramento de áreas de várzea e pela impermeabilização do solo. Da mesma forma, as epidemias de dengue não acontecem somente pela presença do mosquito *Aedes aegypti*, mas também pela falta de infraestrutura adequada de saneamento básico e pelo aumento das temperaturas globais, que favorecem a reprodução do vetor.

Nesse sentido, o acelerado processo de urbanização no Brasil, especialmente a partir da segunda metade do século XX, resultou em um crescimento desordenado das cidades. A expansão urbana sem planejamento adequado levou à formação de áreas com infraestrutura precária, caracterizadas pela falta de saneamento básico, acúmulo de resíduos sólidos e abastecimento irregular de água. Essas condições criam ambientes favoráveis para a reprodução do *Aedes aegypti*, que encontra nesses locais criadouros ideais, como recipientes com água parada.

Além disso, o crescimento populacional em áreas urbanas aumentou a densidade demográfica, facilitando a disseminação do vírus da dengue. A proximidade entre as residências e a alta mobilidade urbana contribuem para a rápida propagação da doença, tornando as cidades brasileiras epicentros de epidemias recorrentes.

Atualmente, a erradicação do *Aedes aegypti* é altamente improvável, o que direciona os esforços para a mitigação dos casos de dengue para o controle populacional desse mosquito, especialmente por meio da eliminação ou do manejo adequado dos recipientes que podem acumular água.

Uma pesquisa realizada pela Secretaria da Saúde do Paraná revelou que 45% dos 19 mil focos de larvas do mosquito encontrados no estado estão em depósitos de lixo em casas e empresas (Moraes *et al.*, 2016). É essencial que informações sobre prevenção e educação ambiental sejam amplamente divulgadas, para que todos estejam conscientes dos riscos decorrentes da falta de cuidado e negligência.

As formas de controle disponíveis parecem ser pouco eficazes na redução da densidade do vetor. No caso do controle químico, por exemplo, deve-se levar em conta a resistência que as populações de mosquitos podem desenvolver contra certas classes de inseticidas e larvicidas. A eliminação e o manejo adequado dos criadouros potenciais do *Aedes aegypti*, que são essenciais para o controle mecânico, podem representar um desafio, uma vez que muitos desses criadouros estão em áreas de difícil acesso. Como alternativa, os drones têm sido apontados como uma ferramenta útil para superar essa limitação, pois são capazes de fornecer imagens de alta resolução que ajudam a identificar criadouros do *Aedes aegypti* em locais inacessíveis para os agentes de vigilância entomológica.

Outra abordagem consiste no uso de mosquitos geneticamente modificados para reduzir a população do vetor. No entanto, essas tecnologias devem ser acompanhadas de

estudos sobre seus impactos ambientais e sociais, a fim de garantir sua segurança e eficácia. O controle biológico tem se destacado como uma alternativa sustentável no combate ao *Aedes aegypti*. A introdução da bactéria Wolbachia nos mosquitos é uma estratégia que impede a replicação do vírus da dengue, reduzindo assim a transmissão da doença. No Brasil, o Método Wolbachia é conduzido pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), com financiamento do Ministério da Saúde. Em Niterói, Rio de Janeiro, os casos confirmados de dengue caíram de 158 em 2015, ano de implantação do projeto, para 55 em 2023 (Brasil, 2024).

A Wolbachia é uma bactéria endossimbionte que está presente em várias espécies de insetos, como o *Aedes (Stegomyia) albopictus*, um mosquito considerado vetor potencial de DENV, ZIKV e CHIKV no Brasil. A Wolbachia não é encontrada naturalmente no *Aedes aegypti*, e a inoculação dessa bactéria no mosquito torna-o menos eficiente na transmissão dos vírus da dengue, Zika e chikungunya, o que pode contribuir para a redução dos casos dessas arboviroses no país. Além disso, a bactéria é transmitida para as gerações seguintes por meio dos ovos. Esse método de controle envolve a liberação de mosquitos adultos infectados com a bactéria durante vários meses na área-alvo. Na cidade de Niterói, no Rio de Janeiro, a liberação desses mosquitos adultos tem mostrado resultados positivos. Contudo, a diversidade genética das populações brasileiras de *Aedes aegypti*, assim como os diferentes cenários ecológicos e epidemiológicos do país, devem ser levados em consideração para a adoção desse método de controle biológico.

Já a vacina QDENGA® contra o vírus da dengue representa uma esperança significativa para a redução dos casos e da mortalidade observada nas últimas epidemias de dengue no Brasil, especialmente a de 2024. A imunização é feita em duas doses e, após 18 meses, a eficácia geral da vacina é de 76,1% em indivíduos soropositivos — ou seja, aqueles que já tiveram contato prévio com o vírus da dengue — e 66,2% em indivíduos soronegativos, que nunca tiveram contato com o vírus. A eficácia contra os diferentes sorotipos de DENV varia de 95,1% (DENV-2) a 48,9% (DENV-3). Anteriormente, a vacina Dengvaxia® havia sido aprovada e lançada no Brasil em 2015 para indivíduos com idade entre 9 e 44 anos, mas demonstrou ser benéfica apenas para pacientes soropositivos. O fato de a vacinação com a QDENGA® ter sido iniciada em 2024, com uma quantidade limitada de doses aplicadas, impede que se conheça completamente o impacto de proteção dessa vacina na população brasileira.

Porém, mesmo com a vacina é fundamental considerar os aspectos políticos, sociais e climáticos da dengue, que representam os maiores desafios para o controle do mosquito vetor e da doença. A definição de políticas públicas para a coleta regular de lixo e o fornecimento igualitário de água encanada para toda a população brasileira pode ser crucial para a redução da infestação e dos casos de arboviroses associadas ao *Aedes aegypti*. De maneira similar, é necessário pensar em medidas e ações eficazes para reduzir os impactos das mudanças climáticas, prevenindo o aumento de períodos de seca e grandes alagamentos, que podem não apenas influenciar a dinâmica de transmissão dos

arbovírus, mas também afetar a incidência de outras doenças infecciosas que impactam a saúde pública no Brasil.

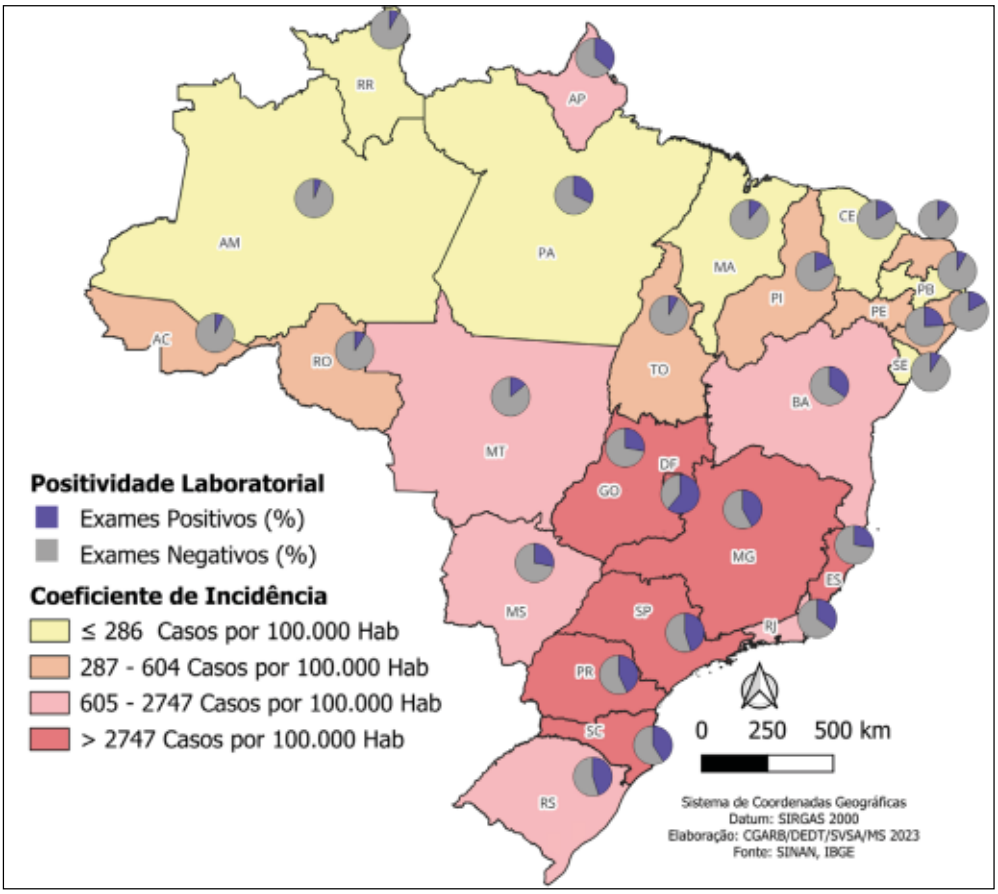
A prática do fumacê, que consiste na aplicação de inseticidas por meio de veículos equipados com pulverizadores, tem sido amplamente utilizada no Brasil. Contudo, sua eficácia é limitada, especialmente quando a epidemia já está estabelecida. Além disso, o fumacê pode causar danos ambientais significativos, afetando insetos não-alvo, como abelhas, que são essenciais para a polinização. Especialistas afirmam que o fumacê deve ser utilizado apenas em situações de descontrole absoluto, sendo que medidas preventivas são mais eficazes a longo prazo.

Ou seja, a efetividade no combate à dengue e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas depende de políticas públicas integradas que envolvam diferentes setores da sociedade. Governos, instituições de pesquisa, setor privado e comunidades precisam atuar de forma coordenada para implementar ações sustentáveis.

A alocação adequada de recursos, a transparência na gestão pública e o fortalecimento das instituições são fundamentais para a execução de programas de controle da dengue. Além disso, a participação social na elaboração e no monitoramento dessas políticas garante que as ações atendam às necessidades reais da população.

A necessidade de pesquisa contínua e de políticas eficazes de saúde pública é fundamental para mitigar os impactos da doença. A análise dos dados históricos de casos, aliada a uma abordagem multidisciplinar e integrada, é essencial para enfrentar os desafios que a dengue apresenta (Pereira *et al.*, 2023).

A dengue no Brasil continua a ser um grande desafio para a saúde pública, com variações no número de casos ao longo dos anos e uma distribuição geográfica instável. As regiões mais afetadas (Figura 2), como o Sudeste e Centro-Oeste, enfrentam problemas relacionados à alta densidade populacional e condições climáticas favoráveis ao mosquito *Aedes aegypti*. O aumento gradual de casos em áreas que antes eram de baixo risco, como a região Sul, ressalta a necessidade de adaptar as estratégias de controle para lidar com a expansão do vetor, que agora ameaça novas populações e aumenta a probabilidade de surtos.



Fonte: Sinan Online e E-SUS VS. Dados atualizados em 1/7/2024; Gal (2024). Dados atualizados em 25/6/2024.

Figura 2. Coeficiente de incidência (casos por 100 mil habitantes) de dengue por região geográfica segundo a semana epidemiológica do início de sintomas – Brasil, 2022-2024.

Nesse contexto, a vigilância epidemiológica se torna fundamental para identificar precocemente os surtos de dengue e aplicar medidas de controle eficazes. A combinação de dados climáticos, comportamentais e de saúde pública pode melhorar as respostas a essa ameaça. Políticas públicas bem estruturadas, junto a campanhas de conscientização e mobilização comunitária, são essenciais para reduzir a incidência da doença. A vigilância constante e o avanço da pesquisa científica devem ser prioridades para diminuir os impactos da dengue e proteger a saúde da população brasileira.

Considerações Finais

Diante do exposto, este trabalho buscou refletir sobre como a naturalização da dengue influencia seu enfrentamento no Brasil e de que maneira as mudanças climáticas agravam essa problemática. Ao analisar o impacto das ações humanas no meio ambiente e a intensificação dos desastres sanitários e ambientais, evidencia-se a necessidade de uma mudança de perspectiva: a dengue não deve ser vista como um fenômeno inevitável, mas como um problema ampliado por fatores sociais, ambientais e políticos.

O aumento das temperaturas globais, impulsionado pelas mudanças climáticas, têm um papel crucial na expansão da dengue. O calor favorece a reprodução do *Aedes aegypti*, acelera seu ciclo de vida e prolonga a sobrevivência do vírus no organismo do mosquito, resultando em surtos mais frequentes e intensos. Além disso, eventos climáticos extremos, como períodos prolongados de chuvas e secas, criam condições propícias para a proliferação do vetor, ampliando o risco de epidemias em diferentes regiões do país.

A desnaturalização da dengue implica reconhecer que a proliferação do mosquito e a disseminação da doença são impulsionadas não apenas pela precariedade da infraestrutura urbana e pelo manejo inadequado de resíduos sólidos, mas também pelos impactos das mudanças climáticas. A elevação das temperaturas e as oscilações no regime de chuvas reforçam a necessidade de estratégias mais amplas e eficazes para o controle da doença.

Para um combate mais eficiente à dengue, é fundamental a adoção de políticas públicas integradas que considerem tanto fatores ambientais quanto sociais. Investimentos em saneamento básico, gestão sustentável de resíduos, planejamento urbano adequado e iniciativas de educação ambiental são essenciais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas na disseminação da doença. Além disso, o fortalecimento da vigilância epidemiológica e a participação ativa da população são estratégias indispensáveis para conter a proliferação do vetor.

A percepção da dengue como um problema recorrente e naturalizado pode levar à inércia nas políticas públicas e à baixa adesão da população às medidas preventivas, dificultando o controle efetivo da doença. Romper com essa visão fatalista é essencial para impulsionar ações concretas e sustentáveis que enfrentem os desafios impostos pelas mudanças climáticas e reduzam a incidência da dengue.

Dessa forma, este texto reforça a urgência de um compromisso coletivo na implementação de políticas públicas eficazes, capazes de enfrentar a dengue de maneira estruturada e duradoura. O combate à doença não pode se limitar a medidas emergenciais durante surtos, mas deve ser uma ação contínua, adaptada às novas dinâmicas ambientais e sociais, levando em conta os impactos crescentes das mudanças climáticas na saúde pública.

Referências

AMARAKOON, D. *et al.* Dengue epidemics in the Caribbean-temperatureindicestogaug ethepotential for onsetof dengue. **Springer Science Business Media**, 2007.

BARCELLOS, C. A saúde frente às mudanças ambientais e climáticas. **Democracia Viva**, v. 43, p. 64-69, 2009.

BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, set. 2009. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742009000300011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2025. DOI:http://dx.doi.

org/10.5123/S1679-49742009000300011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico**. Brasília, v. 55, n. 11, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2024/boletim-epidemiologico-volume-55-no-11.pdf>.

CASEIRO, M.M. *et al.* Dengue. **RevBrasMed**, v. 60, n. 9, p. 716-724, 2003.

COSTELLO, A. *et al.* Managing the health effects of climate change. **Lancet**, v. 373, p. 1693-1733, 2009.

FERREIRA, M. E. M. C. Doenças Tropicais: o clima e a saúde coletiva. Alterações Climáticas e a Ocorrência de Malária na Área de Influência do Reservatório de Itaipu, PR. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 179-191, jan./jul. 2003.

FULLER, D. O. *et al.* El Niño Southern Oscillationandvegetation dynamics as predictorsof dengue fever cases in Costa Rica. **Environmental ResearchLetters**, 2008.

HOLANDA, B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

LIMA-CAMARA, T. N. A dengue é produto do meio: uma abordagem sobre os impactos do ambiente no mosquito Aedes aegypti e nos casos da doença. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 27, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/tScn3zQV4kWqYrh35fKYWdM/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2025.

MENEGHEL, S. N. *et al.* **Cadernos de Exercícios de Epidemiologia**. Canoas: Ulbra, 2002.

MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: Uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 100-112, 2005.

MONKEN, M.; BARCELLOS, C. Vigilância em saúde e território, possibilidades teóricas e metodológicas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2005.

MORAES, C. H. *et al.* Dengue, zika e chikungunya: análise da cobertura do risco de doenças associadas às mudanças climáticas sob a ótica do jornalismo ambiental. **Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social "Disertaciones"**, n. 10, p. 120-132, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.4790.

OLIVEIRA, M. *et al.* COVID 19 and Dengue: An assessment of the impact of the pandemic on vector control programs in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2022.

PATZ, J. Á. *et al.* Dengue fever epidemic potential as projectedby general circulation models of global climate change. **Environ. Health Perspect**, v. 106, p. 147-153, 1998.

PEREIRA, J. *et al.* Dengue fever in Brazil: Historical trends and public health implications. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, 2023.

PNUD. Programa de Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano. **Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008**. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido. New York: Programa de Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano (PNUD), 2007.

REITER, P. Climate change and mosquito-borne disease. **Environment. Health Perspectives, v. 109**, suppl. 1, 2001.

REZENDE, S. C. S. A. T. de; ALBINO, O. C. S. Análise epidemiológica da Dengue no Brasil: uma série histórica 10 anos (2014 - 2024). **Journal of Medical and Biosciences Research**, v. 2, n. 1, p. 111–127, 2025. DOI:https://doi.org/10.70164/jmbr.v2i1.427.

RUEDA, L. M. *et al.*Temperature dependent development and survival rates of Culex quinquefasciatus and Aedes aegypti. **J. Med. Entomol**., 1990.

SALLES, T. S. *et al.* Dengue in Brazil: Current perspectives on diagnosis and control. **Journal of Clinical Virology**, v. 98, p. 36-40, 2018.

SCHREIBER, K. V. A investigation of relationships between climate and dengue using a water budgeting technique. **Int. J. Biometeorology**, v. 45, p. 81-89, 2001.

SILVA, I. C. G. **Geoprocessamento em saúde:** escalas de organização espacial durante a pandemia de COVID-19 em Foz do Iguaçu. 2023. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Instituto Latino-Americano de Economia, Sociedade e Política, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento. Foz do Iguaçu - PR, 2023.

SILVA, J. C. *et al.* Casos de dengue no Brasil: Evolução dos casos notificados nos últimos 10 anos. **Research, Society andDevelopment**, v. 11, n. 10, p. e4664010238, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46640/36983>. Acesso em: 05 mar. 2025.

TEIXEIRA, C. F. *et al.* SUS, modelos assistenciais e Vigilância da Saúde. In. ROZENFELD, S. (Org). **Fundamentos da Vigilância Sanitária**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 2, p. 240-256, jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/TcbcTTkMKgRTnQySbSnpsCh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2025.

WHO. **Dengue** - Global situation. Disease Outbreak News, 21 Dec. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON498>. Acesso em: 05 mar. 2025.



Rio Canumã/Terra Indígena Kwatá-Laranjal/RO
Autora: Kátia Coutinho Munduruku

5

Mudanças climáticas e desastres no mundo tropical e subtropical



EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E DESASTRES HIDRO-GEO-METEOROLÓGICOS NO BRASIL

PRECIPITATION EXTREMES AND HYDRO-GEO-METEOROLOGICAL DISASTERS IN BRAZIL

EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN Y DESASTRES HIDRO-GEO-METEOROLOGICOS EN BRASIL

PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES ET CATASTROPHES HYDRO-GÉO-MÉTÉOROLOGIQUES AU BRÉSIL

Jose A. Marengo[1]

1 National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters, CEMADEN, São José dos Campos, Brazil. Graduate Program in Natural Disasters, UNESP/CEMADEN, São José dos Campos, Brazil e Graduate School of international Studies. Korea University, Seoul, South Korea. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8578-7639. E-mail: jose.marengo@cemaden.gov.br.

Introdução

Extremos climáticos afetam diretamente os sistemas humanos e naturais no Brasil, na América do Sul e no mundo. Um extremo meteorológico, como uma chuva intensa, não é um desastre. Nesse caso, o desastre são os impactos causados pela chuva sobre uma população vulnerável a esse fenômeno extremo. Precipitações abundantes levam a inundações, enxurradas e deslizamentos de terra, e as secas aumentam o risco de seca e incêndios florestais. A América do Sul tem experimentado nas últimas décadas enxurradas, inundações, deslizamentos de terra, períodos de secas, ondas de calor e incêndios florestais que afetam os biomas Amazônia e Pantanal, Nordeste do Brasil. As tendências observadas e projetadas para condições mais úmidas e/ou secas aumentam o risco de desastres que podem impactar populações vulneráveis que vivem em áreas expostas. Muitos eventos extremos de chuva que ocorreram entre 2023-2024, considerados os anos mais quentes da história, e foram influenciados pelo El Niño e a mudança climática antrópica. Embora os desastres relacionados à água sejam os que mais matam pessoas na região, em comparação com secas ou incêndios florestais, todos os desastres relacionados ao clima mostram implicações socioeconômicas, enfatizando os efeitos desproporcionais sobre as populações pobres e vulneráveis. As inundações no sul do Brasil destacaram a importância de manter e atualizar as defesas contra inundações.

Entre 1948 e 2023, cerca de 11 milhões de pessoas foram afetadas por eventos hidro meteorológicos no país, destacando a necessidade de ações preventivas. Os desastres climáticos destacaram a importância dos sistemas de alerta precoce como uma forma eficaz de minimizar fatalidades, juntamente com uma melhoria na perceção de risco de desastre pela população e tomadores de decisão, para informar o que as pessoas precisam fazer quando um alerta de risco de desastre é emitido. Embora o clima extremo possa ser bem previsto, cada país precisa implementar, testar e melhorar continuamente os sistemas de alerta precoce para garantir a segurança das pessoas e aumentar a resiliência da população.

Extremos de precipitação deflagram inundações, enchentes, enxurradas deslizamentos de terra. Eventos compostos extremos de seca-calor amplificam a seca e os seus impactos e aumentam o risco de incêndios florestais. Os relatórios AR5 e AR6 do IPCC (IPCC, 2013; 2021; 2022) mostram que a frequência e a intensidade de eventos de chuvas intensas provavelmente aumentaram em escala global na maioria das regiões terrestres com boa cobertura observacional. O volume e intensidade da precipitação aumentou em escala continental e no Sul do Brasil nos últimos 50-60 anos, e a variabilidade natural de clima (Ex. El Niño, La Niña), assim como a influência humana, em particular as emissões de gases de efeito estufa, é o principal impulsionador de este aumento (IPCC, 2021).

No presente capítulo, a avaliação se concentra em uma revisão baseada na literatura recente publicada em escala regional, bem como nos relatórios AR5 e AR6 do IPCC (IPCC, 2017; 2021; 2022) e no *WMO State of Climate for Latin American and the Caribbean*

(WMO, 2024; 2025) sobre extremos de chuva. Informações adicionais vêm do Relatório Especial do IPCC sobre Extremos SREX (IPCC, 2012) sobre extremos no passado e projeções para mudanças em extremos de chuva intensa, todos com enfase no Brasil. Desde o IPCC AR5 (IPCC, 2017), houve novos desenvolvimentos importantes e avanços de conhecimento sobre mudanças em extremos climáticos e de tempo em relação à influência humana em eventos extremos individuais que levam a desastres hidro-geo-meteorológicos.

Alguns estudos se referem a um evento como "extremo" se ele não tiver precedentes; outros se referem a eventos que ocorrem várias vezes ao ano como eventos extremos moderados. A raridade de um evento com magnitude fixa também pode mudar sob mudanças climáticas induzidas pelo homem, tornando eventos sem precedentes até agora bastante prováveis sob as condições atuais, mas únicos no registro observacional - e, portanto, frequentemente considerados como "surpresas" (Seneviratne *et al.,* 2021).

Na América do Sul, as tendências observadas indicam um aumento na intensidade e frequência de extremos de chuva na sua porção Sudeste do seu território. No Brasil, alguns desses eventos de chuvas intensas foram considerados "incomuns e sem precedentes" em 2023 e 2024. Em fevereiro de 2023, chuvas intensas e deslizamentos de terra mataram 65 pessoas em São Sebastião/São Paulo, e 683 mm foram acumulados em 15 horas, o maior volume de chuva observado na história brasileira em intervalos tão curtos. Em maio de 2024, chuvas intensas de mais de 200 mm/24 horas no vale do Rio Taquari desencadearam enchentes que afetaram a cidade de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, no que é considerado o pior desastre climático do Brasil, deixou 183 mortes e quase 7 bilhões de dólares em perdas econômicas (Marengo *et al.,* 2024a, WMO, 2025). Desastres como inundações, enchentes repentinas e deslizamentos de terra, por causa de episódios de chuvas extremas, desencadeiam desastres que matam centenas de pessoas todos os anos no Brasil e na América do Sul.

No Brasil, desastres climáticos aumentam 460% em desde 1991 a 2023. Nos 32 anos analisados pela Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2025), foram registrados 64.280 desastres climáticos em 5.117 municípios brasileiros (quase 92% do total). Metade dos desastres computados são secas; inundações, enxurradas e enchentes representam 27% e tempestades, 19%. Mais de 219 milhões de pessoas foram afetadas, incluindo mortos, desalojados, desabrigados e enfermos, sendo 78 milhões somente nos últimos quatro anos. Os prejuízos econômicos também aumentaram ao longo das décadas somaram R$ 547,2 bilhões entre 1995 (primeiro ano desses dados) e 2023. O prejuízo anual médio desde 2020 é de R$ 47 bilhões por ano, mais que o dobro da média anual da década anterior, de R$ 22 bilhões anuais.

Eventos extremos de precipitação

Causas da precipitação na América do Sul

Estudos descreveram a climatologia regional da América do Sul e os principais mecanismos produtores de chuva. Marrafon e Reboita (2020) forneceram um bom resumo dos mecanismos produtores de chuva no continente. As maiores quantidades de precipitação são geralmente observadas entre a Amazônia e o Sudeste do Brasil no contexto do Sistema de Monções Sul-Americano (SAMS), que ocorre durante o verão austral. A precipitação é mais intensa no Centro e Sudeste do Brasil quando a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) está ativa. Durante a estação chuvosa, o Jato de Baixo Nível Sul-Americano a leste dos Andes (SALLJ) é responsável por transportar calor e umidade da Amazónia para latitudes mais altas. Frentes frias vindas do Sul, proporcionam instabilidade convectiva que suporta sistemas convectivos de mesoescala e casos de precipitação intensa sobre a bacia do Prata. No sul do Brasil, a atividade ciclónica também pode ser responsável por episódios de chuvas intensas, principalmente se ocorrer no verão ou nas estações de transição e for precedida pela influência do SALLJ.

Em outras regiões, como o Nordeste do Brasil, observa-se um regime de precipitação mais complexo, sendo relacionado à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante o final do verão e outono sobre a costa norte e mais ligado à circulação oceânica e perturbações de leste, especialmente durante o outono e inverno, frequentemente causando episódios de precipitação intensa. Rios atmosféricos associados a sistemas de frente fria que impactam o lado oeste da Cordilheira dos Andes em latitudes médias são características típicas durante o inverno que levam a eventos extremos de precipitação, inundações repentinas e deslizamentos de terra na costa oeste da América do Sul (Viale *et al.*, 2018).

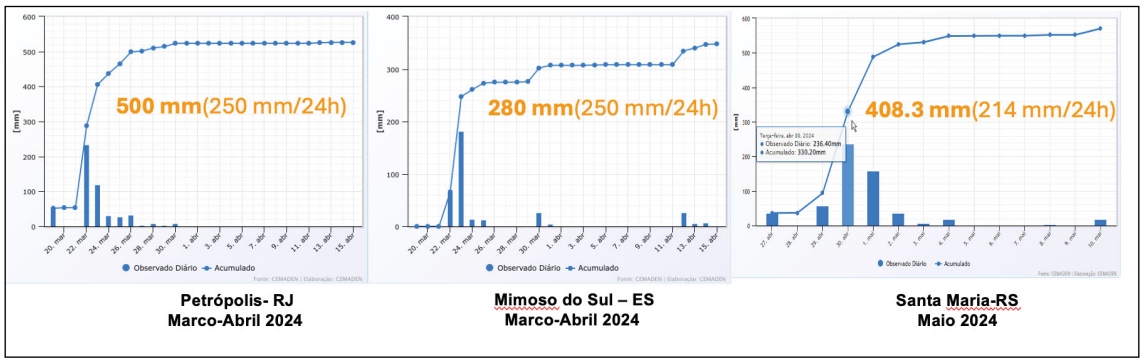
Exemplos de extremos de chuva e desastres decorrentes em 2022 e 2023 no Brasil

A Tabela 1 mostra uma lista de extremos de precipitação associados aos sistemas acima que geraram extremos de precipitação e desencadearam desastres que causaram fatalidades na região.

Tabela 1. Exemplos de extremos de precipitação de 2022 a 2024 e desastres hidro-geo-meteorológicos subsequentes no Brasil. As informações incluem local, data, valores da precipitação extrema e evento hidrológico, se houver, e referência.

Data e lugar	Chuvas extremas e impactos	Referência
Petrópolis/Rio de Janeiro, fevereiro 15, 2022	258 mm/3 horas, fevereiro climatologia 200mm, deslizamentos de terra e enxurradas, 231 mortes	Alcantara *et al.* (2023)
Recife/Pernambuco, maio 25-20, 2022	551 mm/5 dias, climatologia: 411 mm, deslizamentos de terra e enxurradas, 130 mortes	Marengo *et al.* (2023)
Gravatai, Maquiné/Rio Grande do Sul, junho 16, 2023	300 mm/24 horas, 11 mortes, 18 desaparecidos devido a inundações.	Floodlist (2023)
São Sebastião/São Paulo, Brasil Fevereiro 18-19, 2023	683 mm/15 horas, climatologia: 120 mm, deslizamentos de terra deixaram 65 mortes	Marengo *et al.* (2024b)
Vale do Taquari/Rio Grande do Sul, setembro 3-5, 2023	100 mm/24 horas, aumento da corta do rio Taquari em 12 m, setembro 6-7, inundações deixaram 48 mortes	WMO (2024), Alvala *et al.* (2024)
Rio de Janeiro/Rio de Janeiro, fevereiro 21-22, 2024	42.8 mm/1 hora, deslizamentos de terra fora da capital, incluindo bairros Barra do Piraí, Japeri, Mendes e Nova Iguaçu, 8 mortes	Floodlist (2024a)
Mimoso do Sul/Espírito Santos, Brasil, março 22-23, 2024	Acumulados de chuva variam entre 300 e 600 mm/48 horas, 20 mortes devido a inundações e enxurradas. Perdas da ordem de US 200 milhões na produção de café	INMET (2024)
Vale do Taquari e Porto Alegre Metropolitan Region/Rio Grande do Sul, maio 1-5, 2024	A inundação em Porto Alegre foi deflagrada pelas chuvas intensas na bacia do Lago Guaíba, com acumulados que ultrapassaram os 500 mm/5 horas, gerando níveis do lago de 5,35 m em maio 5, maior que a inundação de 1941. 183 mortes	Marengo *et al.* (2024a), Reboita *et al.* (2024), Floodlist (2024b)

Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: CEMADEN (2024).

Figura 1. Valores mensais e acumulados diários no dia mais chuvoso em Petrópolis-RJ e Mimoso do Sul-ES em março e abril 2024, e em Santa Maria-RS em maio 2024.

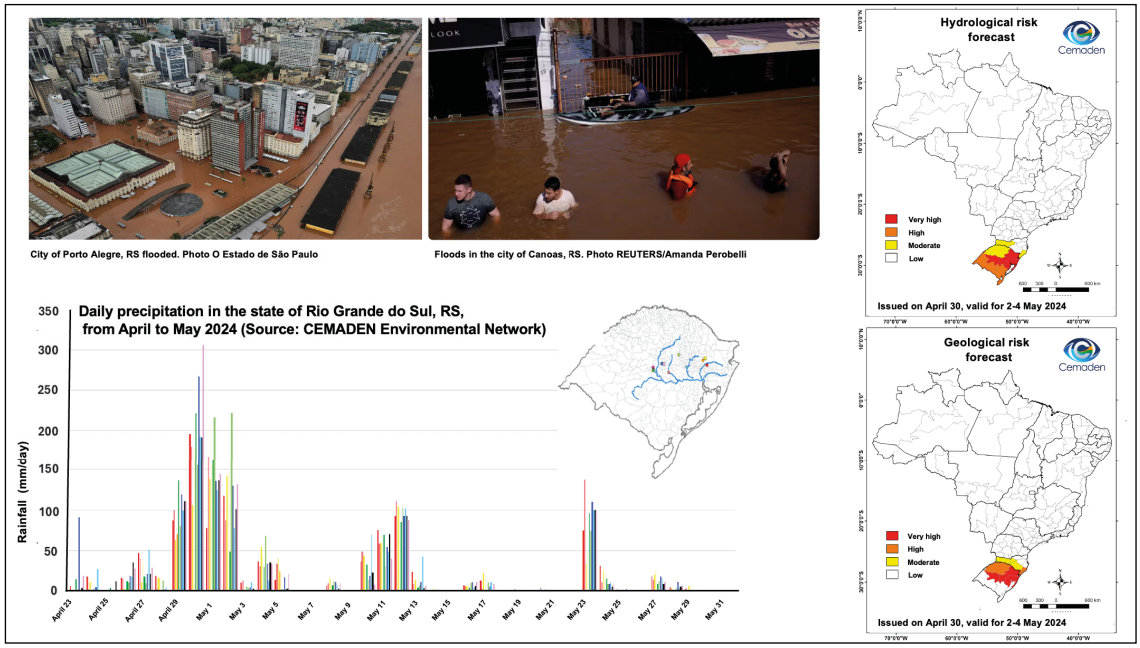
A Figura 1 mostra os acumulados diários de chuva durante março e abril 2024 no Rio de Janeiro e Espírito Santo, respetivamente, e em maio 2024 o Rio Grande do Sul. As chuvas diárias foram intensas e os acumulados num dia foram mais da metade da média mensal. Estes extremos de chuva e geraram desastres com consequências, como mostrado na Tabela 1. As chuvas de 22 e 23 de março tiveram impacto de grande magnitude no

Sudeste, com 4 mortes em Petrópolis, 20 em Mimoso do Sul e 183 mortes no Rio Grande do Sul em maio 2024.

Segundo a Tabela 1, em 2023, a precipitação acumulada de 683 mm em 15 horas durante os eventos de deslizamento de terra e inundação repentina de São Sebastião, estado de São Paulo, entre 18 e 19 de fevereiro de 2023, matou 65 pessoas (Marengo *et al.*, 2024b). Chuvas intensas afetaram o estado do Rio de Janeiro no sudeste do Brasil e o estado da Bahia no nordeste do Brasil, causando inundações com vítimas e danos. Inundações ao longo do rio Acre na região oeste da Amazônia causaram danos generalizados e deslocamento em comunidades ribeirinhas no Peru, Brasil e Bolívia em fevereiro de 2024, onde os níveis do rio Acre aumentaram em 6-7 m no espaço de alguns dias. Na Bolívia, em Cobija, os níveis do Rio Acre atingiram 15,83 m. Chuvas fortes afetaram os estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, causando inundações e desencadeando deslizamentos de terra, causando a morte 27 pessoas (INMET).

De 23 a 25 de outubro de 2024, a cidade de São Paulo sofreu fortes chuvas com ventos fortes influenciados por outro ciclone extratropical e uma frente fria associada da costa do sudeste da América do Sul, com 87 mm/24 horas, causando a morte de três pessoas. Em 26 de outubro, chuvas intensas de 115 mm/24 horas impactaram a cidade de Belo Horizonte, com ruas alagadas e risco de deslizamentos de terra nos subúrbios da cidade (INMET, WMO, 2025).

As inundações sem precedentes de abril a maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil, afetaram 478 dos 497 municípios do estado. Precipitações extremas causaram inundações na maior parte do estado, afetando 2.398.255 pessoas e levando a 183 mortes e 27 desaparecidos (Marengo *et al.*, 2024a; Reboita *et al.*, 2024). Em uma semana de chuva o Rio Grande do Sul viu grande parte de suas cidades e a própria capital invadidas pela água. Imóveis destruídos, mortos, desaparecidos e dezenas de milhares de desabrigados. A tempestade fez com que os rios tributários do Lago Guaíba (rios Taquari, Caí, Pardo, Jacuí, Sinos e Gravataí) transbordassem, levando a níveis recordes de 5,35 m em 5 de maio, mais altos do que a enchente anterior em 1941, contribuindo para inundações em áreas vulneráveis da Região Metropolitana de Porto Alegre e municípios próximos (Figura 2).



Fonte: CEMADEN (2024).

Figura 2. Imagens da inundação de Maio de 2024 no Rio Grande do Sul/Brasil. Lado superior: Fotos da enchente na cidade de Porto Alegre e Canoas; lado inferior: Precipitação diária em estações no estado do Rio Grande do Sul na bacia do Lago Guaíba, e cada cor representa estações individuais. Lado direito: Previsões hidrológicas e geológicas emitidas pelo CEMADEN em 30 de abril válidas para 2 e 3 de maio de 2024, as cores no lado inferior de cada painel representam o nível de alertas.

A linha do tempo dos eventos relacionados a este desastre mostra claramente que as previsões de chuvas e alertas de alto risco de inundação foram emitidas dois dias antes da grande enchente na cidade de Porto Alegre:

28 de abril - Previsão do tempo para chuvas intensas no RS foi emitida pelo INMET, CEMADEN;

29 de abril - Emissão de alertas iniciais para risco alto/muito de desastres geo-hidrológicos pelo CEMADEN;

30 de abril - Agravamento da situação, Defesa Civil informou;

31 de abril - Estado de emergência emitido pela Defesa Civil;

2 de maio - Início do transbordamento do Lago Guaíba;

5 de maio - Pico de transbordamento do Lago Guaíba inundando áreas vulneráveis da cidade de Porto Alegre.

A população que vive em áreas vulneráveis e expostas foi avisada e evacuada a tempo. No entanto, o número de fatalidades ainda foi alto. Há necessidade de implementar ações preventivas com a população mais vulnerável e atividades de educação ambiental para a sociedade. É necessário aumentar a percepção do risco de desastres pela população e pelas autoridades públicas. É necessário melhorar os sistemas de previsão do tempo e

alerta sobre o risco de desastres causados por extremos climáticos e, assim, salvar vidas e proteger populações em áreas de risco. O ponto principal deste caso é o aumento do risco de extremos e vulnerabilidade, bem como a gestão territorial insuficiente ou deficiente, o planejamento urbano e os problemas de governança remanescentes nos níveis federal, estadual e local. O Brasil é um exemplo dessa combinação complexa.

Tendências de extremos de precipitação

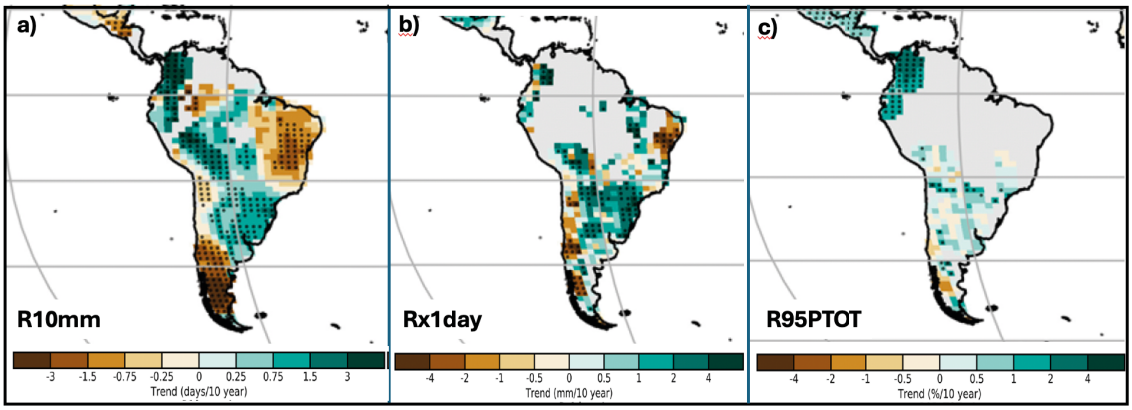
Haylock *et al.* (2006) estudaram tendências em extremos de precipitação na América do Sul com base em dados de estação durante o período de 1960 a 2000. Eles identificaram uma mudança para condições mais chuvosas nas regiões do sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e norte e centro da Argentina. Skansi *et al.* (2013) encontraram uma tendência positiva de dias secos consecutivos na Argentina ao norte de 30ºS entre 1950 e 2010. Uma diminuição nos extremos de precipitação foi observada no Sul do Peru e centro-sul do Chile, com este último mostrando reduções significativas em muitos índices. Santos *et al.* (2012) identificam tendências positivas de precipitação extrema em Manaus, Amazônia central, durante 1971-2007. Essas tendências são explicadas por mudanças associadas ao El Niño/La Niña.

Avila *et al.* (2016) identificaram tendências positivas na precipitação extrema no sul do Brasil de 1978 a 2014 que levaram a um maior risco de deslizamentos de terra/eventos de inundações repentinas. Ceron *et al.* (2024) mostram que a frequência de extremos de precipitação aumentou na Amazônia peruana e no nordeste da Amazônia brasileira, e reduziu no centro da bacia Amazônica, principalmente durante as primeiras estações do ano: dezembro-janeiro-fevereiro (DJF) e março-abril-maio (MAM).

Balmaceda-Huarte *et al.* (2021) avaliaram tendências em índices de extremos de precipitação conforme retratados por diferentes conjuntos de dados observacionais e reanálises no sul da América do Sul durante o período de 1979-2017 e encontraram tendências positivas e significativas na ocorrência de dias chuvosos consecutivos (CWD), a frequência de dias com precipitação acima de 10 mm (R10mm) e a precipitação acumulada quando a precipitação diária excedeu o 95º percentil (R95p) sobre o sudeste da América do Sul. Re e Barros (2009) e Penalba e Robledo (2010) descobriram que o sudeste da América do Sul teve tendências predominantemente positivas de precipitação abundante durante a segunda metade do século XX, especialmente na frequência e intensidade durante o verão e a primavera austrais. Usando o conjunto de dados HadEX2 para 1901-2010, Donat *et al.* (2013) mostram tendências positivas significativas em precipitação extrema no sudeste da América do Sul e tendências positivas não significativas de dias secos consecutivos no sudeste da América do Sul.

Dunn *et al.* (2020) usaram o conjunto de dados HadEX3 para 1950-2018 e encontraram redução em três índices de extremos de precipitação de Frich *et al.* (2002) na Amazônia oriental e nordeste oriental do Brasil (conforme mostrado pelo índice R10mm). Os índices Rx1day e R95PTOT mostram fortes aumentos de cerca de 2 mm por década e 1-2%/ano, respetivamente,

nas partes orientais do sul e noroeste da América do Sul (Figura 3). De acordo com o IPCC (2021), esses aumentos na precipitação média e extrema observados desde a década de 1960 (alta confiança) nessas regiões são impulsionados pela variabilidade interna, bem como a influencia humana no clima, como aumentos nos gases de efeito estufa e aerossóis.



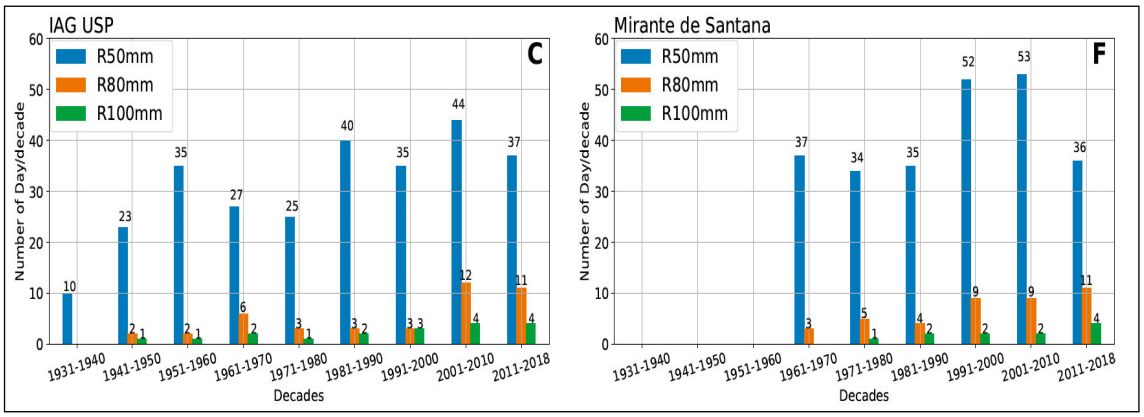
Fonte: Adaptado de Dunn *et al.* (2020).

Figura 3. Tendências lineares em séries anuais de índices extremos de precipitação para a América do Sul: (a) R10mm (dias/década); (b) R95pTOT (%/década) e (c) Rx1day (mm/década) durante 1950–2018). As tendências foram calculadas apenas para caixas de grade com dados suficientes (pelo menos 66% dos anos com dados e o último ano da série sendo 2009 ou posterior). Tendências significativas são indicadas com pontilhado. Todos os painéis usam um período de referência de 1961 a 1990, com mapas apresentados em uma grade de longitude-latitude de 1,875° x 1,25°.

Avila *et al.,* (2016) avaliaram mudanças espaciais e temporais na precipitação de 1978 a 2014 nas regiões do Rio de Janeiro (RJMR) e Santa Catarina (SCMR), e observaram que a maioria dos índices relacionados à precipitação apresenta tendências positivas, especialmente nos índices de precipitação extrema. Correlações positivas estatisticamente significativas são descobertas entre eventos de deslizamentos de terra/inundações repentinas e precipitação máxima anual de 1 dia e 5 dias consecutivos, e esses índices podem ser indicadores úteis de eventos de risco natural para estas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Todos esses estudos mostram em comum a tendência crescente de extremos de precipitação no sudeste da América do Sul nos últimos 70 anos. Por exemplo, a cidade de São Paulo mostrou um aumento significativo no volume total de precipitação da estação chuvosa durante as últimas sete décadas. Na estação Mirante de Santana (INMET), na década de 1960, houve 40 dias com pluviosidade extrema, 37 acima de 50 mm e três com chuva superior a 80 mm. Mas nenhuma ocorrência de chuva diária ultrapassou os 100 mm. A partir dos anos 1990, sempre foram registrados ao menos 60 dias com chuvas extremas a cada década. Entre 2011 e 2020, apareceu um indício ainda mais preocupante. Ocorreu uma pequena redução no número de dias com chuvas superiores a 50 mm, mas um aumento expressivo na quantidade de episódios de pluviosidade concentrada dos outros dois níveis. Comparando os resultados

da década passada com a anterior (2001 a 2010), houve uma redução discreta na incidência de dias com chuva acima de 50 mm (de 53 para 47), mas um aumento significativo de dias com chuva acima de 80 mm (de 9 para 16 ocorrências) e 100 mm (de 2 para 7). Comportamento similar pode ser observar na estação do IAG USP. Isso mostra que na capital paulista, as chuvas volumosas tendem a ficar mais frequentes (Figura 4).



Fonte: Marengo *et al.* (2020).

Figura 4. Número de dias por década com chuva de 50, 80 e 100 mm na Região Metropolitana de São Paulo, estacoes do IAG USP e Mirante de Santana.

A cidade de Belo Horizonte mostrou na década de 1960, 5 dias com precipitação acima de 80 mm, enquanto esse número aumentou para 12 no final da década de 2010. Isso, juntamente com a ocupação inadequada de áreas de risco na periferia das grandes cidades, como encostas e margens de cursos d'água, leva a inundações, enxurradas e deslizamentos de terra (Marengo *et al.,* 2023; Alvala *et al.*, 2024; Alcantara *et al.,* 2023). O sudeste da América do Sul tem visto um aumento na precipitação anual total e na frequência de eventos extremos de chuva (Skanski *et al.,* 2013; Donat *et al.,* 2013). Marrafon e Reboita (2020) detectaram uma tendência positiva em dias secos consecutivos no nordeste do Brasil e nos Andes durante o inverno. Um padrão similar de intensificação dos dias de chuva extrema também foi observado em duas capitais situadas em pontos opostos do país, Belém, no Pará, e Porto Alegre, no Rio Grande do Sul (Marengo *et al.,* 2020).

Assim, tendências positivas recentes na precipitação em geral e em eventos extremos de chuva especificamente representam ameaças tangíveis e perigosas à vida humana com alto risco de desastres hidro-geo-meteorológicos. O aquecimento aumenta o risco de deslizamentos de terras e inundações repentinas no contexto das alterações climáticas, tais como projeções de aumento de chuvas extremas. A mudança nos impactos potenciais de deslizamentos de terra e inundações mostra que algumas regiões densamente povoadas, são as mais expostas a deslizamentos de terra e inundações. Destacam-se o Sul e Sudeste do Brasil, incluindo regiões metropolitanas com alto desenvolvimento econômico e densamente povoadas, que podem ser aquelas onde os desastres podem se

intensificar tanto em termos de frequência quanto de magnitude. As projeções do clima futuro permitem resultados conclusivos quanto à intensificação de eventos extremos de chuva em cenários abaixo de 4◦C (Marengo *et al.,* 2021).

O aumento da temperatura do planeta implica um aumento da umidade atmosférica, que é ainda maior em regiões tropicais (IPCC, 2021). Em outras palavras, sistemas climáticos transitórios enfrentam maiores quantidades de umidade nos dias atuais do que nas últimas décadas, gerando precipitação de curto prazo mais intensa. Isso é totalmente consistente com as tendências positivas em extremos de precipitação no sudeste da América do Sul. Sistemas semipermanentes como a ZCAS também estão, quando presentes, se desenvolvendo em ambientes com mais água precipitável. Sistemas ciclônicos fortes dependem da disponibilidade de umidade para gerar liberação de calor latente, que está se tornando mais frequente atualmente (Marrafon *et al.*, 2021). Esse raciocínio é consistente com o aumento da frequência de ciclones intensos desde a década de 1970, particularmente durante junho-agosto, detectados no Atlântico Sul por Marrafon *et al.* (2021). Devido a lacunas de dados em outras regiões do continente (América do Sul Tropical), é difícil identificar tendências de longo prazo em extremos de precipitação nessas regiões.

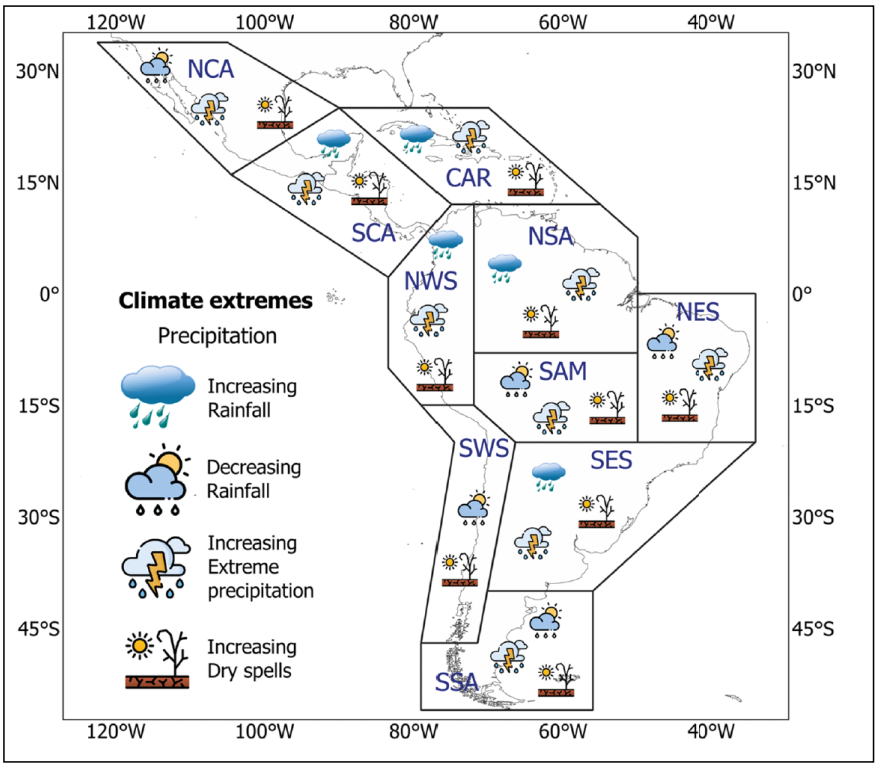
Cenários futuros de extremos de precipitação e seca

Espera-se que as mudanças climáticas alterem significativamente a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos na América do Sul, com implicações profundas para ecossistemas, saúde humana e infraestrutura. Esta seção discute as mudanças projetadas em extremos de precipitação, com base nos modelos do Coupled Model Intercomparison Project Fase 6 (CMIP6) e avaliações do Sexto Relatório de Avaliação AR6 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC (IPCC, 2021), e novas evidências publicadas depois dele. Os modelos globais usados para cenários de mudanças climáticas não são precisos o suficiente para prever a variabilidade temporal de sistemas meteorológicos transitórios, como frentes atmosféricas, ciclones, anticiclones e zonas de convergência, entre outros (IPCC, 2021). A precipitação média está projetada para aumentar no Sudeste da América do Sul (alta confiança). Ela diminui no Nordeste da América do Sul (confiança média). Essa tendência é consistente entre as projeções do modelo até o meio do século XXI para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.

Avila *et al.,* (2022) avaliaram projeções de modelos do High-Resolution Model Intercomparison Project (HighResMIP) para projeções de extremos de precipitação (Frisch *et al.,* 2002) para 2021–2050 em relação a 1981–2014 sob o SSP5–8.5 para várias regiões da América do Sul). A Figura 5 resume as mudanças projetadas em precipitação, extremos de precipitação, períodos de seca e aridez. Resumo das mudanças projetadas em extremos de precipitação nas várias regiões para a América do Sul 2021–2050 para modelos globais CMIP6 sob o cenário SSP5-8.5 (IPCC, 2021; Avila *et al.,* 2022).

Os impactos das mudanças na precipitação na América do Sul são complexos e variam significativamente por região (Dunn *et al.*, 2020, 2024; Olmo *et al.,* 2022a; Lagos-Zuñiga *et al.,* 2022). Sobre as mudanças projetadas na precipitação, Ambrizzi *et al.* (2019) destacam os avanços na modelagem climática regional que melhoraram nossa compreensão de como esses eventos extremos podem se manifestar na América do Sul. Nesse sentido, Lagos-Zuñiga *et al.* (2022) avaliaram as mudanças no índice RX5day (precipitação acumulada em cinco dias consecutivos - Frisch *et al.,* 2002) com base em um conjunto de nove modelos climáticos regionais. Eles descobriram que aumentos consistentes desse índice no sudeste da América do Sul são esperados até o final do século (2071–2099) quando comparado ao período base 1981–2005 no RCP8.5.

No Brasil, os impactos das mudanças nos padrões de precipitação serão particularmente diversos. Por exemplo, na Bacia Amazônica, Alves *et al.* (2021) avaliam a variabilidade da precipitação e mudanças futuras em várias escalas de tempo, observando que a região pode experimentar estações secas mais pronunciadas e chuvas intensas durante a estação chuvosa. Essa combinação aumenta os riscos de secas e inundações, ameaçando o delicado equilíbrio do ecossistema amazônico e os meios de subsistência das pessoas que dependem dele. Pendergrass *et al.* (2017) destacam a tendência global de aumento da variabilidade da precipitação sob um clima mais quente, o que sugere que a região Nordeste pode enfrentar períodos de seca mais prolongados.



Fonte: Adaptado de Figura 15 de Avila *et al.* (2022).

Figura 5. Resumo das mudanças projetadas nos extremos climáticos de precipitação para cada região de referência da América Latina e Caribe para o período de 2021–2050 sob o cenário SSP5-8.5.

Essas mudanças projetadas ressaltam os impactos diferentes das mudanças climáticas na precipitação na América do Sul. Regiões como o sudeste da América do Sul podem enfrentar o aumento de inundações e desastres relacionados à excesso de chuva. Ashfaq *et al.* (2021) enfatizam ainda mais a importância de compreender essas diferenças regionais, pois serão essenciais para o desenvolvimento de estratégias de adaptação direcionadas que atendam às necessidades específicas de cada área.

Os modelos climáticos preveem mudanças na vazão dos rios, afetando a disponibilidade de água, mas eles lutam para prever com precisão as mudanças na frequência e magnitude das inundações (IPCC, 2021; 2022). Além disso, a intensificação do El Niño-Oscilação Sul (ENSO) devido às mudanças climáticas pode levar a eventos extremos de chuva no Sudeste da America do Sul, incluindo o sul e sudeste do Brasil (Collazo *et al.*, 2023). Esta região pode sofrer chuvas extremas e inundações, A frequência aumentada de tais eventos pode sobrecarregar os sistemas de resposta a desastres e exacerbar as desigualdades sociais e econômicas existentes, particularmente em regiões com recursos e infraestrutura limitados.

Assim, o Brasil tem regiões mais suscetíveis a catástrofes climáticas relacionadas a chuvas do que outras. As principais são a Serra do Mar, a Serra da Mantiqueira e a Serra Geral, na extensão que vai do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná a Santa Catarina. É uma área cujo terreno é bem conhecido, em que temos uma concentração de escorregamentos e fluxos de detritos e inundações. Com a crise climática e aumento nos índices pluviométricos, a tendência é que áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações tenham eventos de magnitudes ainda maiores. Qualquer município dentro dessas serras vai continuar tendo movimentos como deslizamentos. Isso faz parte da natureza daquele compartimento geológico. Cenários futuros de extremos de chuva podem agravar ainda mais a ameaça e aumentar o risco de desastres em áreas vulneráveis e expostas (Marengo *et al.,* 2021).

Conclusões

Eventos climáticos e meteorológicos extremos causam impactos na população e na economia, bem como danos ao meio ambiente e riscos à saúde. É por isso que são tão perigosos e precisam de medidas preventivas e estudos socioambientais para reduzir seus impactos. Portanto, é muito importante analisar eventos extremos para identificar suas tendências atuais e explorar as possíveis mudanças que as mudanças climáticas induzirão em sua frequência e intensidade. Isso é extremamente importante em regiões onde eventos extremos de chuva desencadeiam desastres e podem afetar populações vulneráveis que vivem em áreas expostas. A população pobre é a que mais sofre e, dependendo da magnitude do desastre, os impactos chegam a todas as camadas. Isso aconteceu nas enchentes do Rio Grande do Sul, que atingiram desde o pequeno produtor ao grande latifundiário.

Os Planos nacionais de adaptação ou mudanças climáticas podem ser muito úteis para propor uma estrutura legal para ajudar a população a lidar com os impactos de extremos de variabilidade climática e mudanças climáticas. Esta é a dimensão central do debate sobre justiça climática (IPCC, 2022). Eventos climáticos extremos podem ser especialmente prejudiciais para sistemas urbanos complexos porque grande parte da população urbana do mundo vive em áreas costeiras baixas. Metade da população mundial vive em cidades e uma grande parte da indústria mundial também está localizada lá. Até 2050, mais de 70% da população – 6,4 bilhões de pessoas – deverá viver em áreas urbanas. As projeções climáticas para meados e fim do século XXI mostram para a América do Sul um aumento na intensidade de eventos de chuva no sudeste da América do Sul, o que implica riscos significativos não apenas para áreas urbanas, mas também para agricultura, recursos hídricos e ecossistemas em toda a região e o maior risco de desastres. Portanto, mais estudos são necessários para entender os extremos de precipitação, e também de secas das causas às tendências, para melhorar nossa compreensão das tendências extremas de precipitação e como elas podem desencadear desastres climáticos.

Este estudo não contempla o tema de secas, mas certamente deve ser avaliado em estudos futuros, pois tanto secas como extremos de chuva podem afetar a segurança alimentar, energética, hídrica saúde e risco de fogo. Em relação à seca, há necessidade de desenvolver estratégias para lidar com seus impactos, do monitoramento ao alerta precoce, para que ações governamentais de proteção à população possam ser implementadas. Quando a seca ocorre com ondas de calor, esses eventos compostos de seca e calor impactam diretamente o risco de incêndios florestais e a hidrologia dos rios. Possíveis mudanças no clima e nos extremos climáticos devido ao aquecimento global também aumentam a necessidade de melhores previsões, sistemas de alerta precoce e avaliações de risco de desastres para a população e instrutura estratégica.

Referências

ALCÂNTARA, E.; MARENGO, J.;MANTOVANI, J.; LONDE, L.R.; SAN, L. Y.; PARK, E.; LIN, Y. N.;WANG, J.; MENDES, T.; CUNHA, A. P.; PAMPUCH, L.; SELUCHI, M. E.; SIMÕES, S.; CUARTAS, L. A.; GONCALVES, D.; MASSI, K.; ALVALÁ, R. C. S.; MORAES, O. L.; SOUZA FILHO, C.; MENDES, R.; NOBRE, C.A. Deadly disasters in southeastern South America: flash floods and landslides of February 2022 in Petrópolis, Rio de Janeiro, **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 23, 1–19. 2023. https://doi.org/10.5194/nhess-23-1-2023

ALIANÇA BRASILEIRA PELA CULTURA OCEÂNICA. **Brasil em transformação:** o impacto da crise climática. Caderno Técnico I, 2024: o ano mais quente da história. (UNIFESP-UNESCO-MCTI)/FGB. Santos, SP, 2025. Disponível: https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/noticias-da-floresta/2025/01/25/desastres-climaticos-no-brasil-aumentam-460-em-relacao-aos-anos-1990.htm

ALVALÁ, R.C.S.; RIBEIRO, D.F.; MARENGO, J.Á.; SELUCHI, M.E.; GONÇALVES, D.M.; DA SILVA, L.A.; CUARTAS PINEDA, L.A.; SAITO, S. Analysis of the hydrological disaster occurred in the state of Rio Grande do Sul, Brazil in September 2023: Vulnerabilities and risk management capabilities, **International Journal of Disaster Risk Reduction** 110. 2024. 104645. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104645

Alves, L.M.; Chadwick, R.; Moise, A.; Brown, J.; Marengo, J.A.; Assessment of rainfall variability and future change in Brazil across multiple timescales. **Int J Climatol**. 41 (Suppl. 1): E1875–E1888. 2021. https://doi.org/10.1002/joc.6818

AMBRIZZI,T.; REBOITA, M.S.; DA ROCHA, R.P.; LLOPART, M. The state of the art and fundamental aspects of regional climate modeling in South America. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, 1436: 98-120. 2019. https://doi.org/10.1111/nyas.13932

ASHFAQ, M.; CAVAZOS, T.; REBOITA, M. S.; TORRES-ALAVEZ, J. A.; IM, E. S.; OLUSEGUN, C. F.; ALVES, L.; KEY, K.; ADENIYI, M. O.; TALL, M.; SYLLA, M. B.; MEHMOOD, S.; ZAFAR, Q.; DAS, S.; DIALLO, I.; COPPOLA, E.; GIORGI, F. Robust late twenty-first century shift in the regional monsoons in RegCM-CORDEX simulations. **Climate Dynamics**, *57*(5-6), 1463-1488. 2021. https://doi.org/10.1007/s00382-020-05306-2

AVILA, A.; JUSTINO, F.; WILSON, A.; BROMWICH, D.; AMORIM, M. Recent precipitation trends, flash floods and landslides in southern Brazil, **Environ. Res. Lett**. 11 114029. 2016. doi:10.1088/1748-9326/11/11/114029

AVILA, A.; GUERRERO, F.C.; ESCOBAR, Y.S.; JUSTINO, F. Recent Precipitation Trends and Floods in the Colombian Andes, **Water**, 11, 379. 2019. doi:10.3390/w11020379

AVILA, A.; TORRES, R. R.; ZULUAGA, C. F.; CERÓN, W.; OLIVEIRA, L.; BENEZOLI, V.; RIVERA, I.A.; MARENGO, J. A.; WILSON, A. B.; MEDEIROS F. Current and Future Climate Extremes Over Latin America and Caribbean: Assessing Earth System Models from High Resolution Model Intercomparison Project (HighResMIP)), Vol.:(0112 33456789) **Earth Systems and Environment**, 2022. https://doi.org/10.1007/s41748-022-00337-7

BALMACEDA-HUARTE, R.; OLMO, M.E.; BETTOLLI, M.L. Regional climate projections of daily extreme temperatures in Argentina applying statistical downscaling to CMIP5 and CMIP6 models. **Climate Dynamics**. 2024. https://doi.org/10.1007/s00382-024-07147-9

BALMACEDA HUARTE, R.; OLMO, M.; BETTOLLI, M.L.; POGGI, M.M. Evaluation of multiple reanalyses in reproducing the spatio-temporal variability of temperature and precipitation indices over southern South America. **International Journal of Climatology**. 2021. doi: 10.1002/joc.7142.

CERÓN, W.L.; KAYANO. M. T.; ANDREOLI, R. V.; CANCHALA, T.; AVILA-DIAZ, A.; RIBEIRO, I.; ROJA, J.; ESCOBAR-CARBONARI, J.; TAPASCO, J. New insights into trends of rainfall extremes in the Amazon basin through trend-empirical orthogonal

function (1981–2021), **Int J Climatol**. 2024. 44:3955–3975. doi: 10.1002/joc.856

COLLAZO, S.; BARRUCAND, M.; RUSTICUCCI, M. Hot and dry compound events in South America: present climate and future projections, and their association with the Pacific Ocean. **Nat Hazards** 119, 299–323. 2023. https://doi.org/10.1007/s11069-023-06119-2

DONAT, M.G.; ALEXANDER, L.V.; YANG, H. Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: the HadEX2 dataset. **J Geophys Res Atmos**. 2013. https:// doi. org/ 10. 1002/ jgrd. 50150

DUNN, R. J. H.; ALEXANDER, L. V.; DONAT, M. G.; ZHANG, X.; BADOR, M.; HEROLD, N.; et al. Development of an updated global land in situ-based data set of temperature and precipitation extremes: HadEX3. **Journal of Geophysical Research**: Atmospheres, 125, e2019JD032263. 2020. https://doi.org/10.1029/2019JD032263

DUNN, R. J. H.; HEROLD, N.; ALEXANDER, L. V.; DONAT, M. G.; ALLAN, R.; BADOR, M.; et al. Observed global changes in sector-relevant climate extremes indices–An extension to HadEX3. **Earth and Space Science**, 11, e2023EA003279. 2024. https://doi.org/10.1029/2023EA003279

FLOODLIST. **Bolivia** – 20 Feared Missing After Floods in Tarija. 2023. Disponível em: https://floodlist.com/america/floods-tarija-bolivia-february-2022

FLOODLIST. **Brazil** – 8 Killed in Floods and Landslides As Rain Lashes State of Rio de Janeiro 2024a. Disponível em: https://floodlist.com/america/brazil-floods-rio-de-janeiro-february-2024

FLOODLIST. **Brazil** – 11 Dead, Thousands Displaced After Floods and Landslides in Rio Grande do Sul 2024b. Disponível em: https://floodlist.com/america/brazil-floods-rio-grande-do-sul-june-2023

FRICH, P.; ALEXANDER, L. V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; TANK, A. K.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, 19(3), 193–212. 2002. https://doi.org/10.3354/cr019193

HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M. et al. Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature, **J of Climate**, 18 (1490-1512). 2006.

IPCC. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp. 2012.

IPCC. **Climate Change 2013**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y.

Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. 2013.

IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change** (2021) The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Reitzel, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3−32. 2021. doi:10.1017/9781009157896.001.

IPCC. **Climate Change 2022**: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 3056. 2022. https://doi.org/10.1017/ 9781009325844

IPCC SREX. Summary for Policymakers. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 3-21. 2012.

LAGOS-ZÚÑIGA, M.; BALMACEDA-HUARTE, R.; REGOTO, P.; TORREZ, L.; OLMO, M.; LYRA, A.; PAREJA-QUISPE, D.; BETTOLLI, M.L. Extreme indices of temperature and precipitation in South America: trends and intercomparison of regional climate models. **Climate Dynamics**. 2022. https://doi.org/10.1007/s00382-022-06598-2

MARENGO, J.; ALVES, L.; AMBRIZZI, T.; YOUNG, A.; BARRETO, N.; RAMOS, A. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Ann N Y Acad Sci**. 2020. https:// doi. org/ 10. 1111/ nyas. 14307

MARENGO, J.A.; CAMARINHA, P.I.; ALVES, L.M.; DINIZ, F.; BETTS, R.A. Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5, 2.0, and 4.0◦C Global Warming Scenarios: An Analysis for Brazil. **Front. Clim**. 3:610433. 202. 2021. doi: 10.3389/fclim.2021.610433

MARENGO, J. A.; ALCANTARA, E.; CUNHA, A. P.; SELUCHI, M. E.; NOBRE, C.A.; DOLIF, G.; GONCALVES, D.; ASSIS DIAS, M.; CUARTAS, L. A.; BENDER, F.; RAMOS, A. M.; MANTOVANI, J. R.; ALVALÁ, R.C.S.; MORAES, O.L. Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. **Weather and Climate Extremes**, 39, 100545. 2023 doi: https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545

MARENGO, J.A.; DOLIF, G.; CUARTAS, A.; CAMARINHA, P.; GONCALVES, D.; LUIZ, R.; SILVA, L.; ALVALA, R. C. S.; SELUCHI, M.E.; MORAES, O.L.; SOARES, W.R.; NOBRE, C.A. O Maior Desastre Climático do Brasil: Chuvas e

Inundações no Estado de Rio Grande do Sul em Abril-Maio 2024, In: **Press, Revista do Instituto de Estudos Avançados da USP**. 2024.

MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P. et al. **Heavy rains and hydrogeological disasters on February 18th-19 th, 2023, in the city of São Sebastião, São Paulo, Brazil:** from meteorological causes to early warnings, submitted Natural Hazards. 2024b.

MARRAFON, V.H.; REBOITA, M. Características da Precipitação na América do Sul reveladas através de Indices Climáticos. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. June 2020. doi: 10.5380/abclima.v26i0.72181

MARRAFON, V.H.; REBOITA, M.S.; DA ROCHA, R.P.; CRESPO, N. Extratropical cyclones in the Southern Hemisphere: comparison among different reanalyses. In: **Revista Brasileira de Climatologia**, 17(28) – Jan/Jun, 2021. doi: dx.doi.org/10.5380/abclima.v28i0.74460

OLMO, M.; BALMACEDA-HUARTE, R.; BETTOLLI, M.L. Multi-model ensemble of statistically downscaled GCMs over southeastern South America: historical evaluation and future projections of daily precipitation with focus on extremes. **Climate Dynamics**. 2022. doi: 10.1007/s00382-022-06236-x

PENALBA, O.C.; ROBLEDO, F. Spatial and temporal variability of the frequency of extreme daily rainfall regime in the La Plata Basin during the 20th century. **Climatic Change** 98 (Issue 3), 531–550. 2010.

PENDERGRASS, A.G.; KNUTTI, R.; LEHNER, F.; DESER, C.; SANDERSON, B.M. Precipitation variability increases in a warmer climate. **Sci Rep**. 2, Dec 21;7(1):17966. 2017. doi: 10.1038/s41598-017-17966-y

POVEDA, G.; ESPINOZA, J. C.; ZULUAGA, M. D.; SOLMAN, S. A.; GARREAUD, R.; VAN OEVELEN, P. J. High Impact Weather Events in the Andes. **Frontiers in Earth Science**, 8, 509764. 2020. https://doi.org/10.3389/feart.2020.00162

RE, M.; BARROS, V. Extreme rainfalls in SE south America. **Climatic Change,** 96, 119. 2009.

RIVERA, J.A.; OTTA, S.A.; LAURO, C.; ZAZULIE, N. A Decade of Hydrological Drought in Central-Western Argentina. **Frontiers in Water**. 2021. doi: 10.3389/frwa.2021.640544

SALGADO-GÁLVEZ, M.A. Estimating the Lost Economic Production Caused by Internal Displacement Because of Disasters. **Int J Disaster Risk Sci**, 9, 496–506. 2018. https://doi.org/10.1007/s13753-018-0190-9

SANTOS, C. A. C. D.; SATYAMURTY, P.; SANTOS, E. M. D. Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus-AM. **Acta Amazonica**, 42(3): 329-336, 2012.

SENEVIRATNE, S.I.; ZHANG, X.; ADNAN, M.; BADI, W.; DERECZYNSKI, C.; DI LUCA, A.; GHOSH, S.; ISKANDAR, I.; KOSSIN, J.; LEWIS, S.; OTTO, F.; PINTO, I.; SATOH, M.; VICENTE-SERRANO, S.M.; WEHNER, M.; ZHOU, B. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In: **Climate Change 2021:**

The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766. 2021. doi: 10.1017/9781009157896.013.

SKANSI, M. D. L. M.; BRUNET, M.; SIGRÓ, J.; AGUILAR, E.; ANDRÉS, J.; GROENING, A.; BENTACUR, O. J.; ROSA, Y.; GEIER, C.; LEONOR, R.; AMAYA, C.; JÁCOME, H.; MALHEIROS, A.; ORIA, C.; MAX, A.; SALLONS, S.; VILLAROEL, C.; MARTÍNEZ, R.; ALEXANDER, L. V.; JONES, P. D. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. **Global and Planetary Change**, 100:295–307. 2013.

VIALE, M.; VALENZUELA, R.; GARREAUD, R.; MARTIN RALPH, F. Impacts of Atmospheric Rivers on Precipitation in Southern South America. J. of Hydrology. 2018. doi: https://doi.org/10.1175/JHM-D-18-0006.1

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). State of Climate for Latin America and Caribbean 2023. WMO, Geneva, Switzerland. 2024.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). State of Climate for Latin America and Caribbean 2024. WMO, Geneva, Switzerland. (em preparação). 2025.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

TEMPERATURA E AQUECIMENTO GLOBAL NO SUL DE MINAS GERAIS – UM ESTUDO DE CASO ATRAVÉS DE SÉRIE TEMPORAL

TEMPERATURE AND GLOBAL WARMING IN THE SOUTH OF MINAS GERAIS – A CASE STUDY THROUGH TIME SERIES

TEMPERATURA Y CALENTAMIENTO GLOBAL EN EL SUR DE MINAS GERAIS – UN ESTUDIO DE CASO A TRAVÉS DE SERIES TEMPORALES

TEMPÉRATURE ET RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE DANS LE SUD DU MINAS GERAIS – UNE ÉTUDE DE CAS À TRAVERS DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES

Marcos Vinícius Brandão Mendes[1]

Paulo Henrique de Souza[2]

1 Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas. ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7301-1356. E-mail: marcos.mendes@sou.unifal-mg.edu.br.

2 Instituto de Ciências da Natureza - Geografia, Universidade Federal de Alfenas. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0399-9123. E-mail: paulohenrique.souza@unifal-mg.edu.br.

Introdução

Este capítulo constitui uma análise abrangente das temperaturas médias do ar na região do Sul de Minas Gerais, baseada em dados meteorológicos fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Nele foram utilizados dados coletados de estações convencionais localizadas próximas à área de estudo. O emprego do Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS, possibilitou a geração de mapas representativos das médias de temperatura do ar a cada intervalo de cinco anos no período de 1961 a 2020, além de gráficos das temperaturas ano a ano.

O objetivo primordial do estudo constituiu-se em apresentar informações sólidas e confiáveis, por meio de dados quantitativos, gráficos, tabelas e mapas, que permitem uma análise minuciosa das possíveis alterações climáticas que têm ocorrido na região. Estas mudanças climáticas locais são uma manifestação de um fenômeno global que afeta todo o planeta: o Aquecimento Global.

É importante destacar que a metodologia empregada neste trabalho se concentrou na análise objetiva dos dados meteorológicos e não incluiu uma discussão ampla sobre o tema com base em abordagens pautadas no materialismo histórico e dialético, que podem ser relevantes em outros contextos, mas não constituiu o foco desta pesquisa. Em vez disso, a ênfase esteve na coleta e análise rigorosa de dados climáticos para melhor compreensão das tendências locais e suas implicações.

Este estudo procurou contribuir com o entendimento das mudanças climáticas em uma região de grande importância geográfica e socioeconômica, fornecendo informações valiosas que podem orientar medidas de mitigação e adaptação necessárias para o enfrentamento dos desafios associados ao Aquecimento Global na região do Sul de Minas Gerais.

Hipótese

Considerando os alertas emitidos por diversas organizações nacionais e internacionais sobre o aumento da temperatura média global do planeta, a hipótese central deste estudo é que a região em análise também tem experimentado um aumento na temperatura média do ar ao longo das últimas décadas. Este aumento é presumido como resultado principalmente de atividades humanas que contribuem para o aquecimento global.

O sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) de 2021 fornece um contexto importante para essa hipótese. Segundo esse relatório, cada uma das últimas quatro décadas foi consistentemente mais quente do que qualquer década anterior desde o início das medições em 1850. Além disso, a temperatura da superfície global nas duas primeiras décadas do século XXI (2001-2020) apresentou um aumento de 0,99°C [intervalo de confiança de 0,84 a 1,10°C] em relação ao período de 1850-1900.

Portanto, com base nas tendências globais observadas e nas evidências do aumento das temperaturas em escala global, a hipótese é que a região de estudo, por sua conexão com os padrões climáticos globais e possíveis influências locais, também tenha experimentado um aumento da temperatura média do ar nas últimas décadas, com impactos significativos na dinâmica climática e socioeconômica da região. Esta pesquisa buscou confirmar e compreender essas tendências climáticas locais e suas implicações.

Justificativa

A importância deste trabalho reside, em primeiro lugar, na necessidade de alertar para a possível alteração na temperatura média anual na região de estudo, que se encontra em consonância com o aumento médio global de temperatura, uma preocupação amplamente destacada pelo IPCC. Embora um aumento médio de temperatura na faixa de 0,9°C a 1,1°C possa parecer modesto à primeira vista, é crucial compreender que essas mudanças têm implicações profundas e preocupantes, sobretudo quando uma média é compreendida à luz de extremos máximos e mínimos que podem ser graves mesmo que breves.

Essas alterações climáticas locais têm o potencial de impactar adversamente o espaço geográfico e a dinâmica ambiental da região. Por exemplo, pode levar à extinção de espécies nativas da flora e fauna, perturbando os delicados equilíbrios ecológicos que sustentam a biodiversidade local. Como resultado direto dessas mudanças ambientais, a questão socioeconômica da região também está sujeita a transformações significativas à medida que as questões climáticas se agravam.

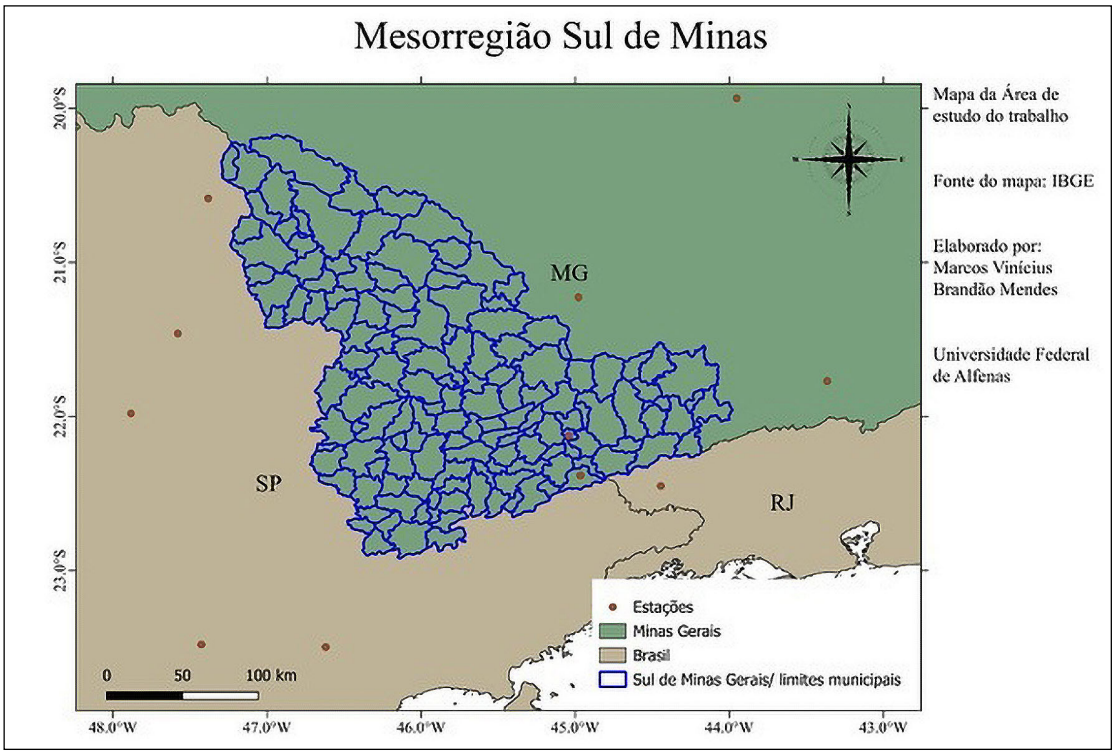
Um dos desafios imediatos é o aumento dos custos de produção de alimentos devido a eventos climáticos extremos, como secas severas e chuvas intensas, que podem prejudicar as safras e a disponibilidade de recursos agrícolas. Esses eventos climáticos extremos podem, por sua vez, agravar a insegurança alimentar, afetando diretamente a qualidade de vida das comunidades locais.

É fundamental notar que a região sul de Minas Gerais, dada sua localização e características geoclimáticas únicas, merece uma atenção especial, portanto, é crucial estudar minuciosamente como as mudanças climáticas estão se manifestando nessa área, identificando quais microrregiões experimentaram os maiores aumentos de temperatura ao longo do tempo. Isso fornecerá informações valiosas que podem orientar a sociedade civil, empresas e o poder público na adoção de medidas mitigadoras e adaptativas para enfrentar essa situação crítica.

Em resumo, este trabalho buscou não apenas documentar as mudanças climáticas na região sul de Minas Gerais, mas também conscientizar acerca das implicações profundas e complexas que essas mudanças podem ter no ambiente natural, na economia e na qualidade de vida das pessoas que habitam essa área.

Área de estudo e procedimentos

A Área de Estudo (Figura 1) abrange a porção Sul do estado de Minas Gerais que se estende desde a Serra da Mantiqueira nas imediações do estado do Rio de Janeiro até o Norte do estado de São Paulo sem avançar ao Triângulo Mineiro ou a Região Central de Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Área de Estudo.

Os materiais empregados nesta pesquisa foram selecionados para garantir a qualidade e precisão das análises realizadas, sendo os seguintes:

Artigos e Produções: Uma ampla revisão bibliográfica foi conduzida, utilizando fontes de organizações nacionais e internacionais especializadas no campo das mudanças climáticas. Esses recursos forneceram a base teórica essencial para a contextualização e interpretação dos dados coletados;

Software SIG QGIS: A versão 3.24.3 do software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS foi utilizada para a criação de mapas temáticos representativos das médias de temperatura do ar na região de estudo. Esse software é amplamente reconhecido por sua capacidade de análise espacial e georreferenciamento, tornando-o ideal para o propósito de mapeamento e visualização de dados climáticos;

Mapas de Base: Os mapas de base do Brasil, de Minas Gerais e da região Sul de Minas foram obtidos no Portal de Mapas do IBGE. Esses mapas de base foram essenciais para a correta georreferenciação e contextualização dos dados climáticos coletados nas estações meteorológicas;

Dados das Estações Meteorológicas: Os dados de temperatura do ar utilizados neste estudo foram obtidos a partir do Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Esses dados foram coletados ao longo de décadas pelas estações meteorológicas inseridas na área de estudo e constituem a base quantitativa fundamental para a análise das tendências climáticas na região.

A seleção desses materiais e recursos permitiu a realização de uma pesquisa robusta e fundamentada, visando a compreensão das mudanças climáticas na região do Sul de Minas Gerais.

A obtenção dos dados e criação dos mapas, gráficos e tabelas foram realizadas seguindo um procedimento estruturado:

Importação de Shapefiles: Inicialmente, os shapefiles do Brasil obtidos no portal de mapas do IBGE, de Minas Gerais e da Mesorregião Sul de Minas Gerais foram importados no software SIG mencionado anteriormente;

Criação do Shapefile "Estações": Foi criado um novo shapefile denominado "estações" que incluiu 11 pontos, representando cada Estação Meteorológica. As coordenadas de cada estação foram obtidas diretamente do site do INMET;

Estimativa de Dados Ausentes: Quando os dados de temperatura para determinados meses estavam ausentes, foi empregada uma abordagem de estimativa, na qual a média das temperaturas dos meses antecedentes foi calculada. Essa metodologia foi adotada para melhor representar a realidade da atmosfera.

Em anexo estão as tabelas com todos os dados em questão, as células em amarelo são os anos em que foi preciso fazer essa estimativa citada acima, as células avermelhadas são quando os dados estão completos.

A partir dos dados obtidos foi calculado uma média anual de todas as estações para a elaboração de um gráfico para compreensão da dinâmica da temperatura nas regiões próximas a área de estudos nos últimos 60 anos, e foi elaborado também dois gráficos utilizando dados da estação de São Lourenço e dados da estação de Passa Quatro que são cidades do sul de Minas Gerais.

Coleta de Dados de Temperatura: Os dados de temperatura de cada estação foram adquiridos para a realização da análise por meio de acesso aos domínios digitais do INMET. Neste trabalho, foi calculada a média da temperatura a cada cinco anos, abrangendo o período de 1961 a 2020, resultando em um total de 12 mapas finais;

Interpolação: Para a interpolação dos dados, uma tabela de atributos foi criada, contendo as médias de temperatura a cada cinco anos de cada estação meteorológica. Esses dados foram utilizados pela ferramenta de interpolação, sendo que o método utilizado foi o IDW. Para todos os 12 mapas, os parâmetros de interpolação foram mantidos consistentes, com uma distância para o coeficiente P de 2,0 e um tamanho de pixel de 0,05;

Simbologia dos Mapas: A simbologia adotada para todos os mapas foi uniforme. A renderização dos mapas foi realizada no modo Banda Simples de falsa cor, com um método estatístico de intervalo igual e a divisão em 11 classes;

Sistema de Coordenadas: Todos os mapas foram projetados no Sistema de Coordenadas Geográficas, utilizando o Datum SIRGAS 2000 para garantir a precisão geoespacial e a comparabilidade entre os dados.

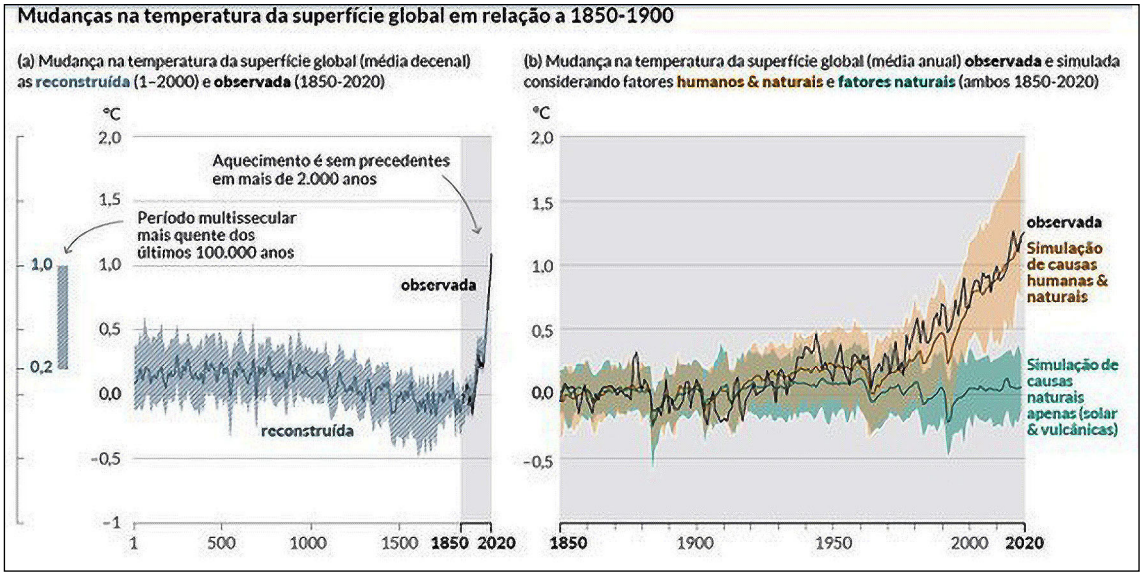
Essa abordagem metodológica consistente e detalhada assegura a confiabilidade e a precisão dos resultados, permitindo uma análise robusta das mudanças de temperatura na região do Sul de Minas Gerais ao longo das décadas.

Referencial teórico e contextualização

Uma das bases de informações para a realização deste estudo é o sexto relatório do IPCC Mudança do Clima 2021; A base científica; sumário para formuladores de política lançado em outubro de 2021.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima ou IPCC é um programa criado em 1988 pelas Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial com o objetivo de reunir e divulgar o conhecimento mais avançado sobre mudanças climáticas. A organização reúne, avalia e interpreta o conhecimento científico produzido no mundo, traduz em relatórios abrangentes e de fácil compreensão e o divulga.

Neste sexto relatório está o seguinte gráfico sobre as Mudanças na temperatura da superfície global em relação a 1850-1900:



Fonte: Painel Intergovernamental sobre Mudança Climáticas (IPCC).

Figura 2. Gráfico da Mudança na temperatura da superfície global de 1850-1900.

Na Figura 2, o gráfico (a) mostra a mudança na temperatura da superfície global (média decenal) as reconstruídas (1-2000) e observadas (1850-2020). A temperatura se mantém estável até os anos de 1850 e após essa data se observa uma curva em ascendente sinalizando um aumento drástico na média global.

Na Figura 2, o gráfico (b) mostra a mudança na temperatura da superfície global (média anual) observada e simulada considerando fatores humanos e naturais e fatores naturais (ambos 1850-2020). Quanto a simulação feita por causas naturais se observa uma estabilidade comparada com os últimos 2000 anos da representada no gráfico anterior já a temperatura média simulada e observada se observa um aumento de mais de 1ºC.

Outra referência, como já dito, os dados utilizados foram coletados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão ligado a administração direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O Instituto possui um sistema de coleta e distribuição de dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, precipitação, entre outras variáveis. É dotado de estações de sondagem de ar superior (radiossonda), estações meteorológicas de superfície operadas manualmente e a maior rede de estações automáticas da América do Sul.

No estudo em questão foi utilizado o Banco de Dados Meteorológicos do instituto onde já foi incorporado de forma digital informações diárias coletadas desde 1961. Os parâmetros para obtenção dos dados foram: dados mensais (média); estações convencionais; data entre 01/01/1961 à 01/01/2020; estações de Belo Horizonte, Franca, Juiz de Fora, Lavras, Passa Quatro, Resende, São Carlos, São Lourenço, São Paulo, São Simão e Sorocaba todas as estações que estão mais próximas da área de estudo.

Após a obtenção dos dados foi feito uma média dos valores de cinco em cinco anos para a elaboração dos mapas multi-temporais, para elaboração do gráfico foram utilizados dados anualmente da média de todas as estações somadas e, também, gráficos que são da média de uma estação somente, como detalhado a seguir na metodologia.

Os dados obtidos estão completos salvo alguns meses de algumas estações com alguns valores ausentes, com esses valores é feito uma estimativa através de média da estação dos anos anteriores, os anos com valores ausentes foi destacado como mencionado na metodologia. Após feito o cálculo foi elaborada uma planilha e esses valores foram transferidos para a tabela de atributos do SIG.

Para a elaboração dos Mapas fez-se uso do SIG QGis e a ferramenta de Interpolação IDW e a fonte de informações sobre o tema foi o artigo de Pedro Murara Técnicas de interpolação para pesquisa em Climatologia Regional e Agroclimatologia, publicado na Revista Brasileira de Climatologia, nesse artigo destaca-se sobre o método de interpolação.

> A interpolação de dados é o método que consiste em construir e projetar novos conjuntos de informações a partir de dados pontuais obtidos de uma amostragem consistente. Ou seja, faz-se necessário um conjunto existente de dados previamente conhecidos. Dessa forma, matematicamente e por meio da interpolação de dados, pode-se construir uma função que, aproximadamente, "se encaixa" nesses dados pontuais, conferindo-lhes, então, a continuidade desejada para localidades que não possuem tais informações (Murara, 2019).

A interpolação por meio do Inverso da Distância Ponderada (IDW) determina valores utilizando uma combinação linear ponderada de um conjunto de dados da amostra. Dessa forma, o peso atribuído a esse dado "criado" é uma função da distância inversa.

> A interpolação é efetuada com base na ponderação que é atribuída a pontos amostrais por meio da utilização de um coeficiente de ponderação que controlará como a influência da ponderação irá diminuir à medida que a distância a partir do ponto desconhecido aumenta. Portanto, para a espacialização de uma informação de algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados a sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta - o que indica seu nome (Murara, 2019).

Vale ressaltar que essa técnica utiliza os limites dos pontos de informações para realizar a espacialização e o corte das informações que serão projetadas, dessa forma, a representação não extrapola os limites máximos de latitude e longitude dos pontos mais extremos.

Para complementar e entender o método de interpolação utilizado (Longley, 2013) define:

> Mais especificamente, considere o ponto de interesse como x, e os pontos onde foram tomadas medidas como xi, onde i varia de 1 a n, caso existam n pontos. Considere o valor desconhecido como z(x) e a medida conhecida como zi. Cada um desses pontos recebe um peso wi que será avaliado com base na distância di de xi para x. A média ponderada, então, computada em x é:
> $z(x) = S.wi.zi/S.wi$
> * Onde S significa somatória.

A visualização dos mapas multi-temporais é importante por mostrar de forma didática a alteração que ocorre com o passar das décadas, porém destaca-se também a visualização dos gráficos para uma análise mais precisa do passar dos anos.

Diagnóstico e discussão

Antes de iniciar a análise dos mapas e dados apresentados, é essencial considerar o contexto geográfico de cada estação meteorológica onde as temperaturas foram coletadas. Isso nos permite compreender a influência dos domínios morfoclimáticos e fitogeográficos na região de estudo, conforme definido por Aziz Ab'Sáber (2003)

> Entendemos por domínio morfoclimático e fitogeográfico um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climáticos-hidrológicas. Tais domínios espaciais, de feições fisiografias e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo. A essa área mais típica e contínua – via de regra, um arranjo poligonal – aplicamos o nome de área core, logo traduzida por área nuclear.

No contexto deste estudo, identificamos dois domínios morfoclimáticos. O primeiro é o "Mares de Morros", caracterizado por áreas mamelonares tropical-atlânticas florestadas, que incluem a presença da Serra da Mantiqueira. O segundo é uma área de transição entre o Mares de Morros e o Cerrado. As áreas de transição representam espaços de contato entre um domínio morfoclimático nuclear e os domínios vizinhos, apresentando combinações variadas de vegetação, solos e formas de relevo (Ab'Sáber, 2003).

Essas considerações são cruciais para compreender a influência desses domínios morfoclimáticos nas temperaturas observadas nas estações meteorológicas. Notavelmente, pode haver uma relação entre a média mais baixa de temperatura nas estações situadas na Serra da Mantiqueira, como São Lourenço e Passa Quatro, em comparação com as demais estações estudadas.

Outro fator a ser considerado é a localização das estações em grandes centros urbanos, com destaque para São Paulo e Belo Horizonte. A urbanização pode influenciar o aumento ou diminuição das médias de temperatura ao longo dos anos devido ao chamado "efeito de ilha de calor urbano."

Além desses fatores gerais, cada estação possui características peculiares em seu espaço geográfico específico, que podem ser analisadas individualmente. No entanto, é importante ressaltar que o foco principal deste estudo não se concentrou na análise detalhada de cada estação, mas sim na compreensão das tendências gerais das temperaturas na região do Sul de Minas Gerais ao longo das décadas, considerando os aspectos morfoclimáticos e urbanos mencionados anteriormente.

Ademais, em um processo de análise espacial Gilberto Câmara destaca que

> O processo de análise espacial é composto por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Os procedimentos iniciais da análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas (outliers) não só em relação ao tipo de distribuição, mas

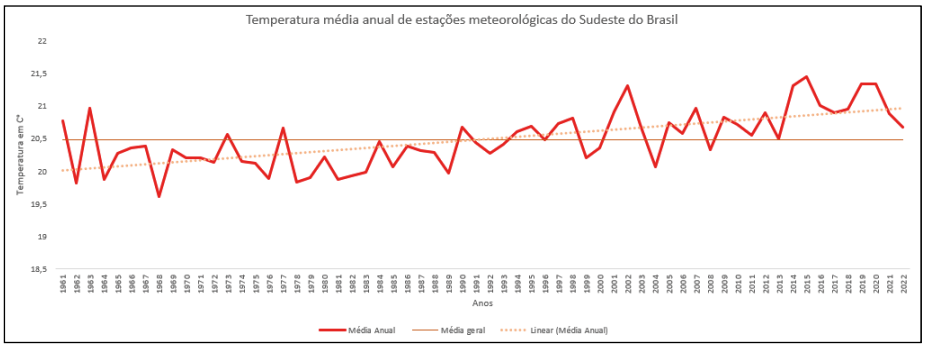
> também em relação aos vizinhos, e buscar a existência de padrões na distribuição espacial. Através desses procedimentos é possível estabelecer hipóteses sobre as observações, de forma a selecionar o modelo inferencial melhor suportado pelos dados. (Câmara *et al.,* 2004).

Ao levar em conta essas considerações, adquire-se condições de explorar e compreender melhor as complexas interações entre o ambiente geográfico e as variações de temperatura na área de estudo.

Com o passar dos anos gráficos mostram uma inflexão na tendência da temperatura. Até 1997, a temperatura média anual variava entre 19,6 e 20,8 graus Celsius mais já apresentava uma tendencia de aumento como mostrado no linear da média.

O aumento nas temperaturas médias anuais pode ter diversos impactos, incluindo alterações nos padrões de precipitação ou manifestação de eventos extremos.

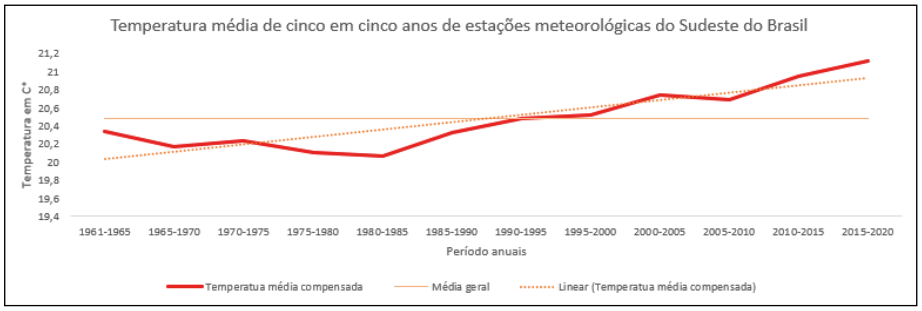
O gráfico da temperatura média anual das estações meteorológicas do Sudeste do Brasil (Figura 3) ilustra uma tendência preocupante de aquecimento. Essas mudanças têm implicações significativas para o clima regional e exigem ação para enfrentar os desafios associados às mudanças climáticas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Gráfico da temperatura média anual de estações meteorológicas do Sudeste do Brasil.

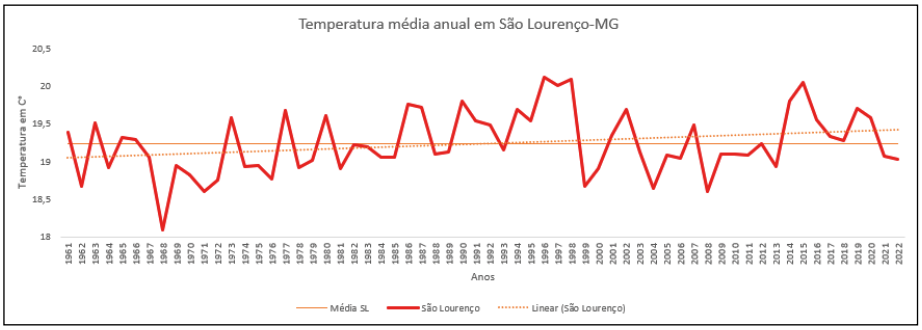
O gráfico da temperatura média de cinco em cinco anos de estações meteorológicas do Sudeste do Brasil (Figura 4) mostra uma tendência ainda mais acentuada de aumento da temperatura do que o gráfico anterior, destacando que até a década de 1980 a oscilação observada não sofre alteração, manifestando, inclusive, uma ligeira queda nos índices médios em relação ao início da série.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Gráfico da temperatura média quinquenal de estações meteorológicas do Sudeste do Brasil.

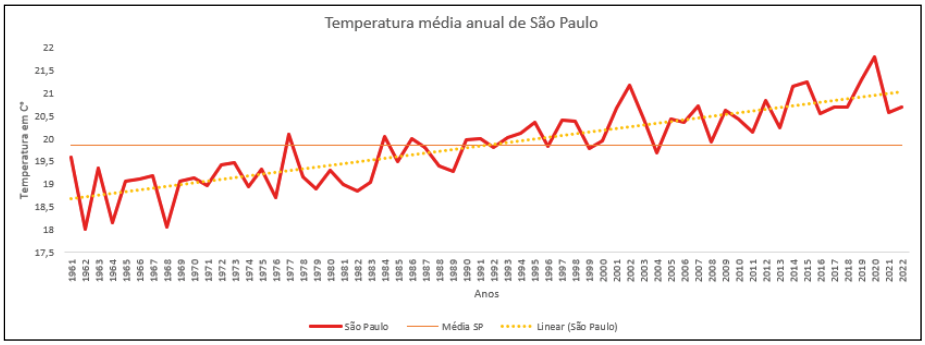
O gráfico da temperatura média anual de São Lourenço (Figura 5) mostra uma tendência mais sutil do que os gráficos anteriores, mesmo que seus índices térmicos estejam abaixo daqueles registrados noutras porções da área de estudo. Isso pode estar relacionado com a posição geográfica do município conferindo-lhe ventos com índices térmicos específicos que são registrados na estação meteorológica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Gráfico da temperatura média anual de São Lourenço – MG.

O gráfico da temperatura média anual de São Paulo (Figura 6) mostra um aumento muito significativo da temperatura se comparado com os gráficos anteriores.



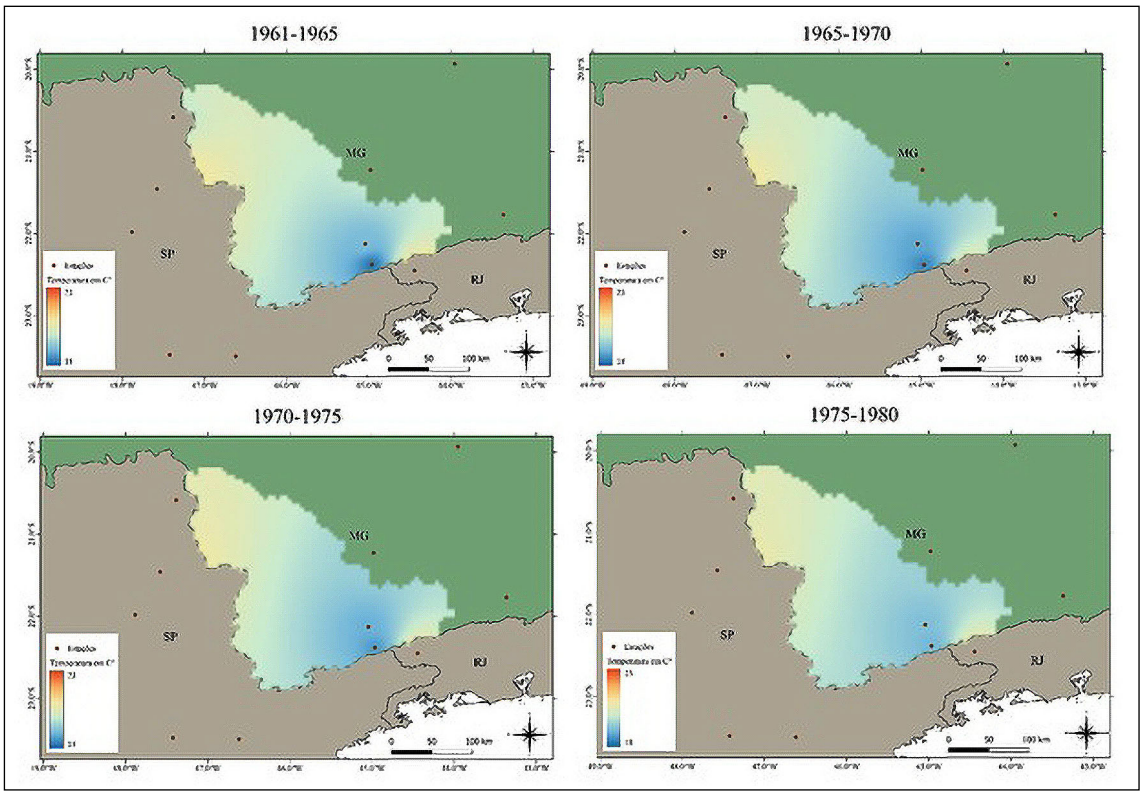
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Gráfico da temperatura média anual de São Paulo – SP.

Os resultados da interpolação utilizando a técnica IDW, com os parâmetros previamente mencionados, geraram doze produtos cartográficos do tipo Raster. Esses mapas oferecem uma representação visual da variação da temperatura média da superfície ao longo de intervalos quinquenais na região do Sul de Minas Gerais.

Cada um desses mapas resulta da aplicação da fórmula IDW aos dados previamente processados, nos quais foi calculada a média das temperaturas de todas as estações meteorológicas disponíveis em uma área de interesse. Posteriormente, a região de interesse foi recortada, enfocando exclusivamente a área geográfica correspondente à região Sul de Minas Gerais.

Esses mapas (Figuras 7, 8 e 9) oferecem uma valiosa visão espacial das tendências climáticas ao longo do tempo na região, permitindo uma análise mais aprofundada das variações na temperatura média da superfície.

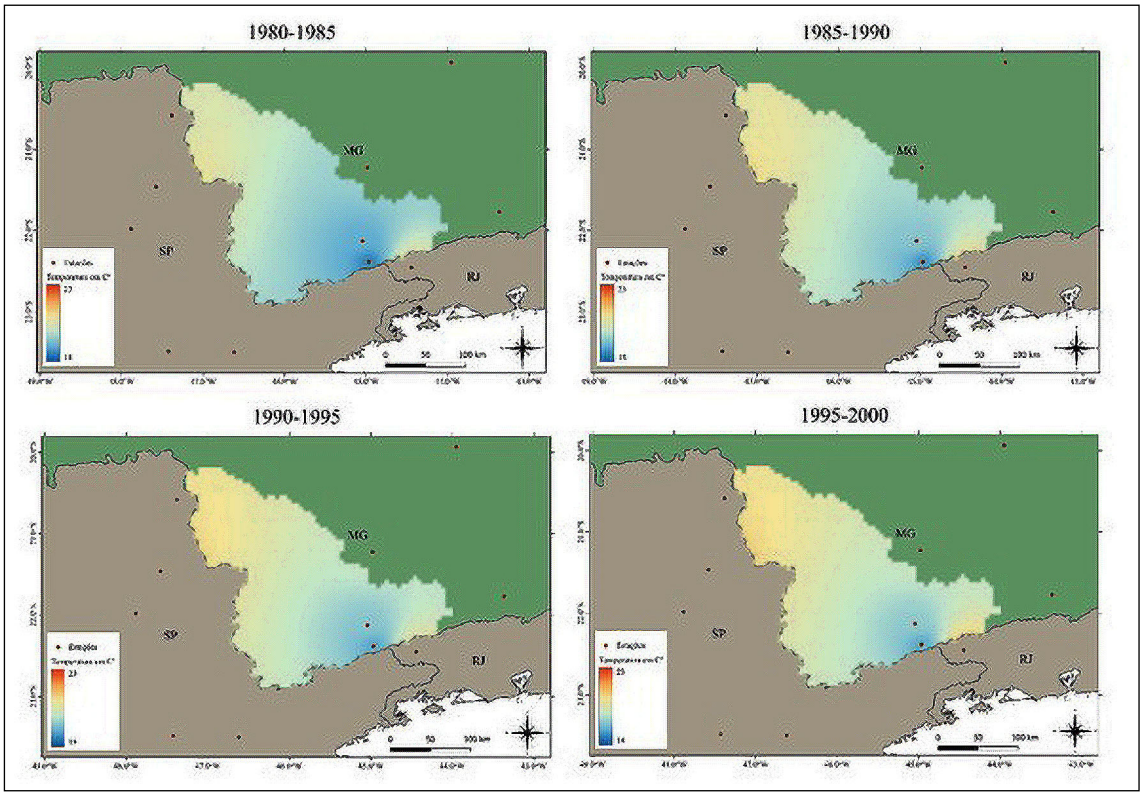


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Mapa da temperatura média do Sul de Minas 1961-1980.

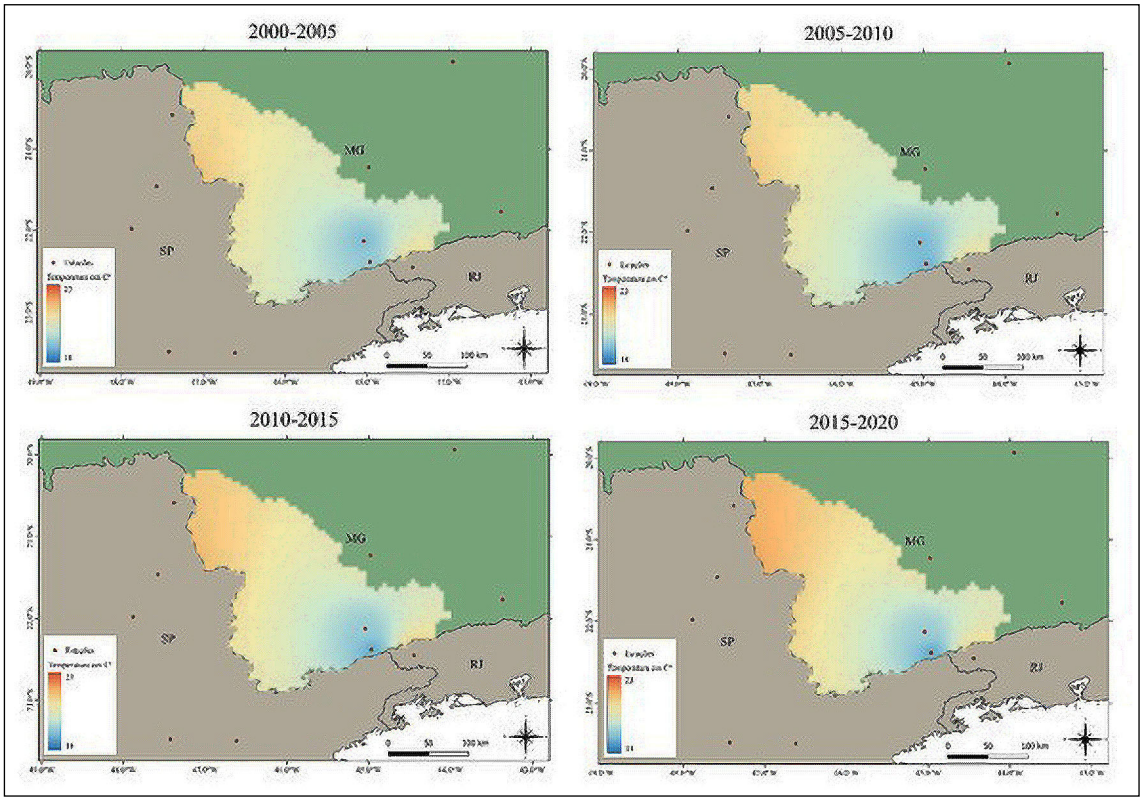
Observamos nos mapas um certo padrão, temperaturas mais amenas na região de Passa Quatro e São Lourenço. Com o passar dos anos as cores mais quentes vão se intensificando mapas.

Uma análise dos mapas gerados, permite observar claramente uma diferenciação nas tonalidades ao longo das décadas analisadas. No mapa correspondente ao período de 1961-1965, predominam as tonalidades azuis, com maior intensidade nas regiões próximas a São Lourenço e Passa Quatro, onde as temperaturas médias são mais baixas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8. Mapa da temperatura média do Sul de Minas 1980-2000.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9. Mapa da temperatura média do Sul de Minas 2000-2020.

Notavelmente, apenas duas áreas com tonalidade esbranquiçada aparecem, na divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, na região de influência da estação meteorológica de Resende, e na divisa entre Minas Gerais e São Paulo, na região de influência das estações de São Simão e Franca.

No período de 1965-1970, o padrão persiste, mas observa-se um avanço das tonalidades mais intensas por quase toda a região sul-mineira, com uma tonalidade esbranquiçada se mantendo nas mesmas áreas de influência de São Simão e Franca.

De 1970 a 1975, há um avanço das tonalidades mais claras, especialmente nas regiões de Franca, São Simão e São Carlos. No entanto, as tonalidades azuis de São Lourenço e Passa Quatro ainda prevalecem.

No período de 1975 a 1980, os mesmos padrões se mantêm, com apenas um leve recuo das tonalidades azuis no mapa.

A partir de 1980, pode-se notar uma tendência clara, as tonalidades azuis começam a recuar gradualmente, enquanto as tonalidades mais quentes, como o vermelho, começam a avançar nas regiões ao norte da área de estudo.

Em 1985-1990, uma média mais baixa da estação de Juiz de Fora evidencia um recuo das tonalidades azuis em direção à divisa com o Rio de Janeiro.

De 1990 a 1995, a diferença nas tonalidades é perceptível, com médias mais altas em várias regiões. Notavelmente, a área de azul é restrita à zona de influência da estação de Passa Quatro. A estação de São Simão registra médias mais altas, trazendo tonalidades vermelhas e amarelas para a região norte da área estudada.

No período de 1995 a 2000, a tonalidade vermelha começa a predominar no mapa, embora a tonalidade esbranquiçada/avermelhada ainda ocupe quase metade da área de estudo, o que não ocorria nas décadas anteriores.

De 2000 a 2005, a área em azul diminui consideravelmente, e uma área amarelada/avermelhada passa a predominar na região norte da área estudada.

Em 2005-2010 e 2010-2015, observamos um padrão semelhante, com a área amarela avançando e a área azul diminuindo ainda mais.

Finalmente, em 2015-2020, o último mapa apresenta uma pequena área em azul, influenciada pela estação de São Lourenço, enquanto a tonalidade amarelada domina o mapa, com uma tonalidade vermelha ao norte.

Essas mudanças nas tonalidades ao longo das décadas refletem claramente um aumento na temperatura média do ar com o passar do tempo na região estudada. Esse aumento é consistente com as tendências globais de aquecimento e destaca a importância de monitorar e abordar as mudanças climáticas em níveis regionais e locais.

Conclusão

É inegável que a crise climática contemporânea não pode ser adequadamente enfrentada por meio de ações individuais isoladas. Ela está intrinsecamente ligada à consolidação do modo de produção capitalista, que sempre entra em conflito com as medidas necessárias para mitigar as mudanças climáticas. A busca por soluções eficazes para essa crise implica na superação desse modo de produção.

Ao analisar os gráficos e mapas apresentados neste estudo, fica evidente um aumento médio das temperaturas na região do Sul de Minas Gerais ao longo das décadas. Esse aumento é apenas uma das muitas manifestações das mudanças climáticas globais que afetam nosso planeta. No entanto, é importante reconhecer que os impactos dessas mudanças não são uniformes e que as regiões e comunidades mais vulneráveis frequentemente sofrem as consequências mais severas.

É fundamental que a discussão sobre as mudanças climáticas seja integrada a uma agenda mais ampla de justiça social e ambiental. As evidências apresentadas neste estudo reforçam a importância de agir de forma decisiva para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover a adaptação às mudanças climáticas. No entanto, essas ações devem ser acompanhadas por uma reflexão profunda sobre as estruturas que perpetuam a crise climática e a busca por alternativas que priorizem a sustentabilidade e o bem-estar coletivo em detrimento dos interesses puramente econômicos.

Referências

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo. Ateliê Editorial. 2003.

CÂMARA, G. *et al*. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em--anlise-espacial-de-dados-geogrficos-apostila02.pdf. Acesso em 18/10/2022.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Unidades Federativas e Municípios do Brasil**. Disponível em: /,https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 17/10/2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Banco de dados Meteorológicos (1961/2020)**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em 17/10/2022.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed. Bookman, Porto Alegre, 2011, 539p

MURARA, P. G. Técnicas de interpolação para a pesquisa em climatologia regional e agroclimatologia. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 25. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.66602>.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – IPCC. Mudança do Clima 2021. **A base científica, sumário para formuladores de Políticas**. Tradução: Ministério do Meio Ambiente. Original impresso em outubro de 2021 pelo IPCC, Suíça. Disponível em: <www.ipcc.ch>. Acesso em 21/10/2022.



Rio Madeira/RO
Autor: João Paulo Assis Gobo - PPGG/UNIR

TENDÊNCIAS E ANOMALIAS DA CHUVA NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA DE 1980 A 2020[1]

TRENDS AND RAINFALL ANOMALIES IN THE BRAZILIAN LEGAL AMAZON FROM 1980 TO 2020

TENDENCIAS Y ANOMALÍAS DE LAS PRECIPITACIONES EN LA AMAZONIA LEGAL BRASILEÑA DE 1980 A 2020

TENDANCES ET ANOMALIES DES PRÉCIPITATIONS DANS L'AMAZONIE LÉGALE BRÉSILIENNE DE 1980 À 2020

Luiz Augusto Ferreira Monteiro[2]
João Paulo Assis Gobo[3]
Dorisvalder Dias Nunes[4]
Michel Watanabe[5]
Adnilson de Almeida Silva[6]

1 Apoio: Projeto Rainfall Projections for the Brazilian Legal Amazon using Recurrent Neural Networks
2 Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR. Pesquisador do Grupo de Pesquisas em Bioclimatologia e Mudanças Climáticas na Amazônia - BIOCLAM/UNIR. Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1026-9866. E-mail: lfmonteiro.88@gmail.com.
3 Docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR. Líder do Grupo de Pesquisas em Bioclimatologia e Mudanças Climáticas na Amazônia - BIOCLAM/UNIR. Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4461-2570. E-mail: joao.gobo@unir.br.
4 Docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR. Líder do Grupo de Estudo em Geografia e Planejamento Ambiental - GEOPLAM. Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4560-5444. E-mail: dorisval@unir.br.
5 Docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR. Vice-Líder do Grupo de Estudo em Geografia e Planejamento Ambiental - GEOPLAM. Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0982-8862. E-mail: michelwatanabe@unir.br.
6 Docente do Departamento e do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia – PPGG/UNIR. Líder do Grupo de Pesquisa Geografia, Natureza e Territorialidades Humanas – GENTEH/UNIR. Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2555-0861. E-mail: adnilson@unir.br.

Agradecimentos: O segundo autor agradece ao CNPq pela concessão de bolsa produtividade, por meio do Projeto Bioclimatologia Amazônica: um estudo dos impactos climáticos, dos saberes e da percepção de povos tradicionais – Chamada PQ/CNPq - processo 306521/2022-9

Introdução

Visto que as mudanças climáticas globais podem afetar o ambiente de diversos modos – como o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a alteração da produtividade e mortalidade das árvores –, os estudos referentes às tendências climáticas em diferentes regiões do mundo têm sido importantes, especialmente na Amazônia (Almeida *et al.*, 2017; Perez *et al.*, 2020; Sales *et al.*, 2020; Bolwerk; Ertzogue, 2021; Leite-Filho *et al.*, 2021).

Por isso, entender o regime de chuva da Amazônia Legal Brasileira (ALB) é importante, pois nos ajuda a compreender seus cenários climáticos, de recursos hídricos e as possíveis mudanças no regime de chuva, conforma apontam os estudos de Santos *et al.* (2018), Pereira e Viola (2019), Silva e Prasad (2019), Ferreira *et al.* (2020), Roitman *et al.* (2020) e Costa *et al.* (2023). Além disso, existe a contribuição da ALB na relação de trocas de energia, água e carbono com a atmosfera do planeta (Joetzjer *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2022; Rocha, 2016; Rocha *et al.*, 2017).

O desmatamento da floresta amazônica está interligado com uma grande liberação de carbono na atmosfera, causa implicações ambientais significativas (Paixão Alves; Diniz, 2022; Basso *et al.*, 2023). Entre os impactos específicos relacionados à liberação do carbono por parte do desmatamento estão a perda direta de biomassa, que serve como importante armazenamento de carbono, e a alteração do balanço de carbono nas florestas tropicais, que podem passar de sumidouros para fontes de carbono (Assis *et al.*, 2020; Bullock; Woodcock, 2021). Além disso, a degradação reduz a capacidade das florestas remanescentes de absorver CO_2, intensifica o efeito estufa (Silva Junior *et al.*, 2020; Gatti *et al.*, 2021; Kruid *et al.*, 2021).

O regime de chuva da ALB pode sofrer alterações em função dos desmatamentos, causado por mudanças na divisão entre água-energia superficial (Spracklen; Garcia-Carreras, 2015; Amorim *et al.*, 2019; Wongchuig *et al.*, 2022). Em áreas com mudança significativa na cobertura florestal, observa-se um desequilíbrio entre o aumento da evapotranspiração potencial e a diminuição da evapotranspiração real (Vergopolan; Fisher, 2016; Alves *et al.*, 2017; Guimberteau *et al.*, 2017). Esse desequilíbrio, impulsionado pela remoção da cobertura florestal, leva à redução da disponibilidade de umidade na atmosfera, o que, por sua vez, pode contribuir para a diminuição das chuvas (Aragão *et al.*, 2008; Chambers; Artaxo, 2017; Ruiz-Vásquez *et al.*, 2020). Além disso, há a ocorrência de eventos naturais extremos, como as secas severas de 2005 que afetaram principalmente as regiões oeste e sul da Amazônia, a intensa seca de 2015/2016 provocada por um El Niño particularmente forte, e a seca mais recente de 2023 que resultou na drástica redução do volume de vários rios (Espinoza *et al.*, 2012; Van Schaik *et al.*, 2018). A região também enfrentou inundações significativas, como as de 1999 e 2009, que impactaram a área central da Amazônia (Araújo *et al.*, 2013; Brum *et al.*, 2018; Wagner *et al.*, 2024).

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem um impacto significativo sobre o clima do Brasil, particularmente na região amazônica (Cai et al., 2020). Ele é dividido em dois

eventos, o El Niño que leva a uma diminuição da chuva na ALB; e a La Niña, que traz o aumento das chuvas nessa região (Tedeschi *et al.*, 2013; Pedreira Junior *et al.*, 2020). Ainda, há a interferência de outros modos de anomalia climática que afetam a ALB, como a Oscilação Decenal do Pacífico (OPD) e a Oscilação Multidecenal do Atlântico (OMA) (Silva *et al.*, 2023), bem como proporcionam impactos relacionados à saúde e à economia.

Conduzir estudos de observação na ALB apresenta desafios significativos devido à qualidade dos dados (Michot *et al.*, 2019). As informações pluviométricas provenientes das estações meteorológicas no Brasil enfrentam problemas como dados faltantes e anomalias, inclusive com registros de chuvas superiores a 800mm em um único dia (Oliveira-Junior *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2023). Para preencher essas lacunas, é viável recorrer a técnicas de imputação de dados, assim como feito por diversos pesquisadores para realizar suas análises (Delahaye *et al.*, 2015). São diversas técnicas que podem ser utilizadas, desde as mais simples como a utilização da média, mediana ou moda para a substituição dos dados faltantes na série temporal, até a mais avançada como utilização de bibliotecas de linguagens de programação (R, *Python*), como a biblioteca *Multivariate Imputation by Chained Equations* (*MICE*) (Nor *et al.*, 2020). Essas bibliotecas perfazem um conjunto de instruções que ajudam a manipular as bases de dados (Chen *et al.*, 2019).

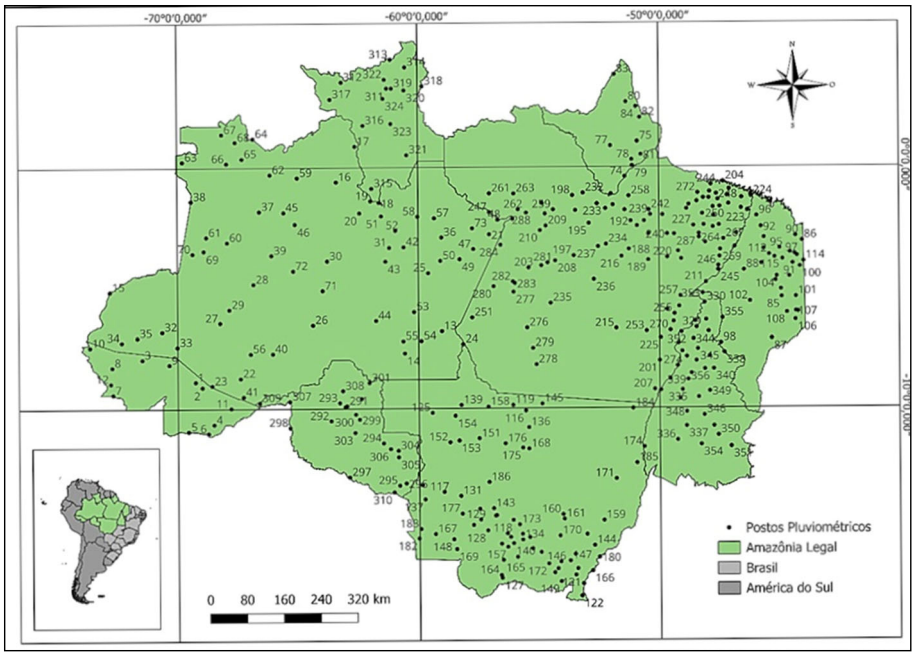
Assim, como objetivo principal, o presente estudo seguiu o mesmo caminho, mas demonstrou que também houve tendências de aumento e diminuição entre os anos da série temporal e em determinados períodos de tempos (Delahaye *et al.*, 2015).

Neste sentido, a proposição consistiu na análise das tendências e anomalias relativas à pluviosidade na Amazônia Legal Brasileira compreendida entre o período de 1980 a 2020. É oportuno situar que este recorte temporal é assinalado por uma série de oscilações de natureza climática — a qual pode contribuir na geração de grandes impactos ambientais, consequentemente com repercussão na economia e no social na Amazônia — e com desdobramentos em várias outras partes do Planeta.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

A ALB (Figura 1) tem aproximadamente 5 milhões de km², o que corresponde a 58,93% do território brasileiro, e foi estabelecida pela Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. A região é subdividida em duas partes: Ocidental, representada pelos estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima; e Oriental, por Amapá, Maranhão[7], Mato Grosso, Pará e Tocantins (Cavalcante *et al.*, 2020). Porém, apenas parte do Maranhão é considerada pertencente ao bioma amazônico, sendo essa localizada a oeste do Meridiano 44º.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 1. Estações pluviométricas na Amazônia Legal Brasileira.

A ALB também é marcada por apresentar vários tipos climáticos, em conformidade com a classificação de Köppen (Dubreuil *et al.*, 2019). São eles: o clima de monção (Am), predominante na região; o clima equatorial (Af), sem estação seca e com chuvas mensais não inferiores a 60mm; o clima tropical com inverno seco (Aw), caracterizado por um verão chuvoso e um inverno seco; e o clima tropical com verão seco (As), onde as elevadas temperaturas persistem durante todo o ano e uma época de seca bem definida se faz presente (Alvares *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2023).

Controle e Qualidade dos Dados

Para melhor entender como se comporta o regime de chuva na ALB foram acessadas as 359 estações espalhadas pelo território amazônico, por meio da plataforma de acesso a dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Então, com a intenção de maximizar o tempo das análises e constituir um conjunto de dados único, foi aplicado a clusterização de todas as séries temporais. Assim, retornou-se a nove bases de dados de chuva mensal, cada uma representada por um estado da ALB, para a análise de tendências e anomalias pelo período entre 1980 e 2020, mediante à utilização do teste de Mann-Kendall na linguagem de programação R.

Durante essa análise, foi observada uma alta incidência de dados ausentes. A escolha do melhor método de imputação de dados neste estudo baseou-se na técnica sugerida por Harrell (2001), em que os percentuais de dados faltantes da variável chuva sob análise devem seguir os seguintes parâmetros: se o percentual for menor que 5%, pode-se aplicar

a imputação única ou analisar somente os dados completos. Entre 5% e 15%, a imputação única pode ser usada provavelmente sem problemas, entretanto, o uso da imputação múltipla é mais indicado; e para dados ausentes superiores a 15%, a imputação múltipla é indicada na maioria dos casos.

Baseado na metodologia de Harrell (2001), foi aplicado o processo de imputação múltipla pelo pacote "MICE" da linguagem de programação R. Esse pacote realiza a imputação múltipla baseada na Especificação Condicional Total (ECT). Modelos de imputação internos são fornecidos para dados contínuos (correspondência média preditiva, normal), dados binários (regressão logística), dados categóricos não ordenados (regressão logística politômica) e dados categóricos ordenados (odds proporcionais).

O MICE também pode imputar dados de diversas maneiras, como: Predictive Mean Matching, Bayesian Linear Regression e através do método "norm.predict". Como este estudo analisa dados contínuos de chuva diária, o método utilizado foi "norm.predict", conforme é apresentado (Figura 2).

```
1  library(mice)
2
3  imp1 <- mice(dados1, method = "norm.predict", m=3, maxit = 5)
4
5  dslist1 <- complete(imp1, c(3,5), mild = TRUE)
6
7  (P3=data.frame(dslist1$`3`))
8
9  write.xlsx(P3," TODAS_ESTAÇÕES-AM-01.xlsx",col.names=TRUE)
10
```

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

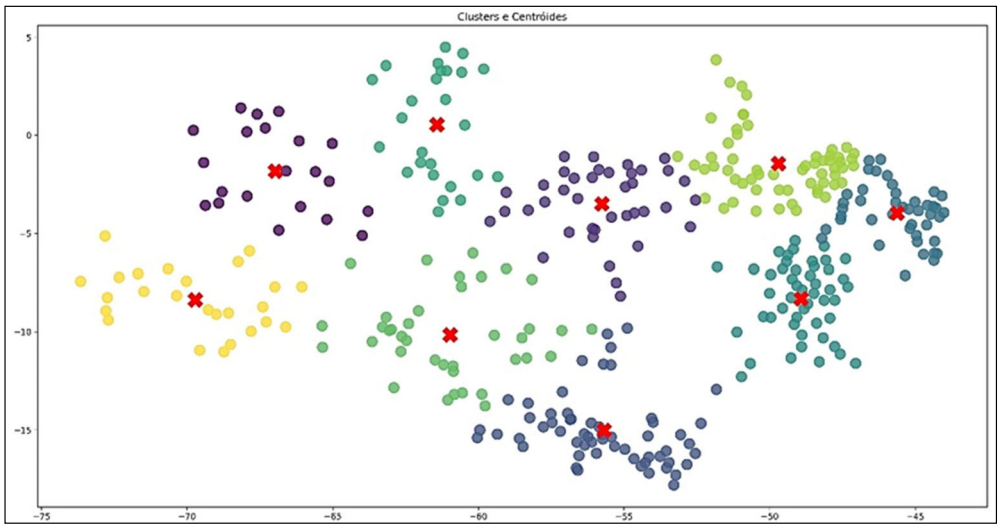
Figura 2. Exemplo de algoritmo com utilização da biblioteca MICE do R.

Na primeira linha, é chamado o pacote MICE[8]. Na terceira linha, foi realizada a imputação de dados escolhida, sendo "dados1" referente à base de dados de chuva diária; "Method" foi o método de imputação utilizado; m é o número de interações para a variável chuva diária; e "maxit" é o número de interações máximas. Seguiu-se para a quinta linha, realizou-se a construção de uma função empírica para a variável chuva diária chamada "dslist1", em que "P3" representa a tabela de dados imputados. Por último, é realizada a saída de dados com extensão para o Excel, com o uso da função "write.xlsx".

Agrupamento de dados e análise de tendência

O agrupamento de dados (Figura 3) (clustering) foi feito por meio do algoritmo K-Means, utilizou-se a biblioteca *scikit-learn* da linguagem de programação *Python*. O processo divide-se em: acesso à base de dados com todas as coordenadas das estações pluviométricas, permitiu a manipulação dos dados para que o algoritmo pudesse fazer a análise; aplicação do K-Means, assim como Kobylin e Lyashenko (2020) demonstram em

seu estudo, utilizou-se diversas funções fornecidas por esse algoritmo para determinar a quantidade correta de clusters a serem empregados (no caso, nove, os quais representam os estados da ALB); e, finalmente, o treinamento do modelo para definir bem os clusters e também ter acesso aos centroides desses clusters (pontos médios de cada cluster) (Punhani *et al.*, 2022). Porém, esse cálculo não retorna necessariamente uma coordenada exata de uma estação pluviométrica estudada. Desse modo, foi escolhida a coordenada que estava mais próxima aos resultados obtidos dos centroides.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Grupos de clusters e seus respectivos centroides. Representação dos clusters por meio de cores e dos centroides com a marcação 'x'.

A aplicação de clusters e a definição de ponto médio para cada um deles tornaram-se necessárias para que a análise das séries temporais fosse realizada na representação de cada estado, a saber: Manoel Urbano (AC), Japurá (AM), Mazagão (AP), Bela Vista do Maranhão (MA), Chapada dos Guimarães (MT), Juruti (PA), Mirante da Serra (RO), Caracaraí (RR) e Colinas do Tocantins (TO).

Assim, foi aplicado o teste de Mann-Kendall para cada uma das estações no período de 1980 a 2020. Além disso, essa análise foi realizada para identificar tendências em períodos mais curtos, como intervalos de 5 ou 10 anos, por exemplo, de 1980 a 1990. Dessa maneira, foi possível obter uma visão abrangente do comportamento do regime de chuvas ao longo de toda a série temporal e em segmentos específicos.

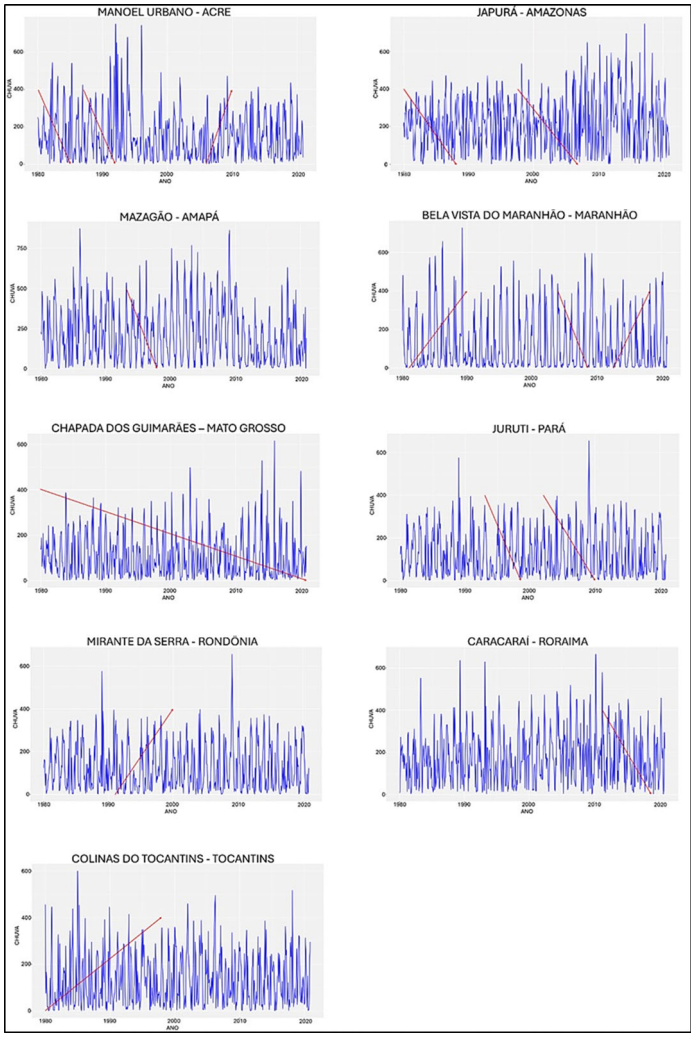
Resultados

A análise realizada nas nove estações pluviométricas selecionadas revelou que, em geral, não há uma tendência de diminuição ou aumento significativo em toda a série temporal (1980 – 2020), com exceção da estação localizada na Chapada dos Guimarães (Mato

Grosso), que mostrou uma tendência de diminuição das chuvas, apesar de ter registrado vários meses com precipitações mensais acima de 400mm desde o início dos anos 2010.

O maior registro mensal de chuva foi observado em Mazagão (Amapá), onde se registrou uma precipitação mensal de 874mm. Nos outros estados, os valores máximos de precipitação mensal variaram menos, situados entre aproximadamente 600mm (Colinas do Tocantins – Tocantins) e os 874mm registrados em Mazagão. Em relação aos meses com o menor registro de chuva, não houve muita variação entre os estados, onde todos registram meses sem precipitação durante um mês inteiro, principalmente entre junho e agosto, que são considerados os meses da estação seca.

Além disso, as análises indicaram diversas tendências de aumento e diminuição das chuvas ao longo das séries temporais. Conforme ilustrado (Figura 4), várias estações demonstraram que, entre os anos de 1980 e 2020, houve períodos de diminuição ou aumento das chuvas. Por exemplo, em Manoel Urbano, as chuvas diminuíram progressivamente de 1980 a 1985. Do mesmo modo ocorreu entre 2006 e 2010, porém durante esse período sentiu-se um aumento.



Fonte: Elaborado por Luiz Augusto Ferreira Monteiro (2024).

Figura 4. Tendências de aumento e diminuição das chuvas.

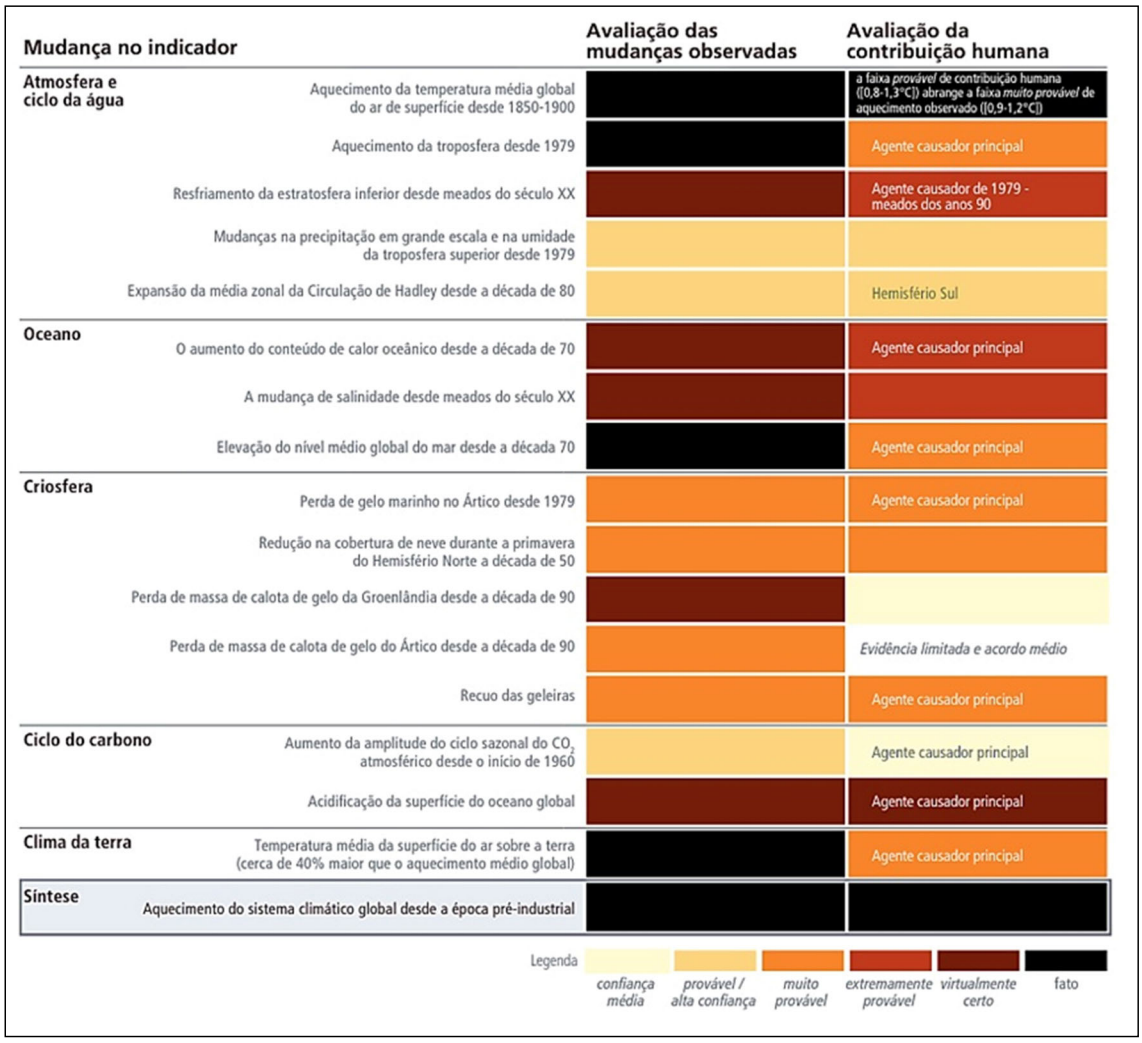
As tendências demonstradas na série temporal do município de Manoel Urbano (Acre) ocorreram em períodos que antecedem e sucedem o fenômeno El Niño, como a diminuição registrada entre 1980 e 1985. As outras duas tendências observadas seguiram a mesma lógica. Os outros municípios analisados exibem um padrão similar de tendências, com algumas exceções, ao apresentado por Manoel Urbano, ou seja, alinhados às tendências estabelecidas durante as ocorrências do ENOS.

Por exemplo, a estação localizada no município de Bela Vista do Maranhão (Maranhão) mostra uma tendência de aumento das chuvas que dura toda a década de 1980, contraria os efeitos do ENSO sentidos em outras localidades. O mesmo ocorre em Colinas do Tocantins (Tocantins), onde o efeito se prolonga até 1997, com uma maior incidência de meses que registraram mais de 400mm de precipitação. Outra estação pluviométrica que registra uma década de aumento das chuvas é a localizada no município de Mirante da Serra (Rondônia), durante os anos de 1990.

Discussão

A análise de tendências para as nove estações pluviométricas espalhadas pela ALB, mostrou diferentes resultados, dentre eles se destaca a Chapada dos Guimarães (Michot *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2019; Nor *et al.*, 2020). Essa mesma análise foi realizada pelo estudo de Almeira *et al.* (2017), onde mostrou, dentre outros resultados, tendências de diminuição e aumento das chuvas para 47 estações na ALB, nas estações chuvosa e seca. Essa análise foi utilizada o teste não paramétrico de Mann-Kendall, assim como foi empregado para este estudo, para verificar a significância estatística das tendências nas séries anuais e sazonais de precipitação e temperatura do ar. Este método não assume uma distribuição estatística específica para os dados e é menos sensível a outliers e distorções nos dados do que as estatísticas paramétricas.

De acordo com Relatório do IPCC (2022), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) têm causado várias consequências em relação às mudanças climáticas, inclusive o aumento de chuvas intensas – e resultou em inundações (Figura 5). O Relatório encontrou evidências suficientes para confirmar alterações nos padrões de chuva, assim como mostra os resultados obtidos neste estudo. Essas mudanças podem ser observadas ao longo dos anos analisados das séries temporais, que mostram diversos pontos de diminuição das chuvas após a virada do século, como, por exemplo, em Bela Vista do Maranhão (Maranhão), que houve uma diminuição começada a partir de 2004 e terminada no fim da década.



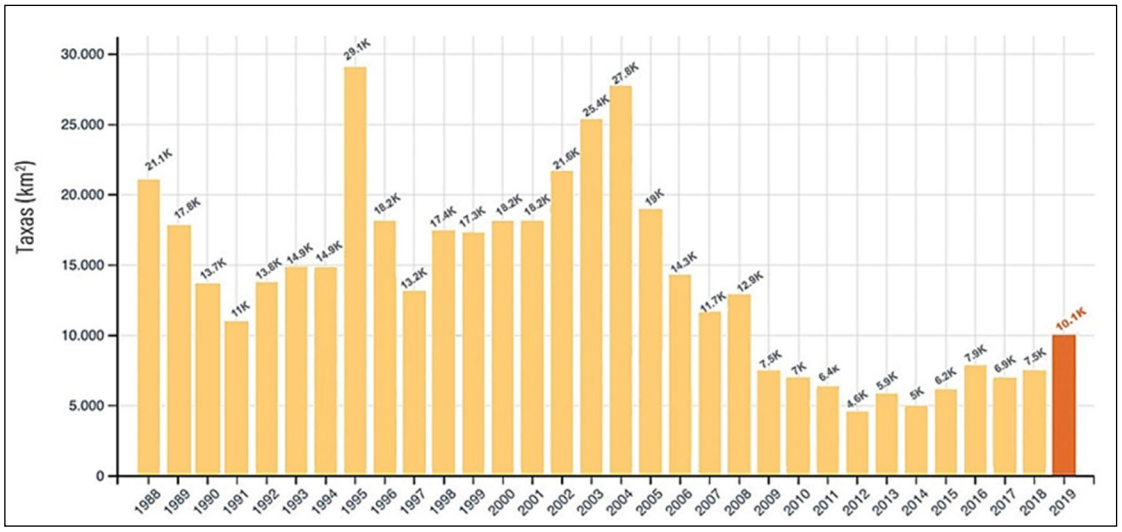
Fonte: Adaptado do IPCC (2022).

Figura 5. Análise das transformações nos indicadores climáticos globais e a influência antropogênica no sistema climático.

Essas tendências também mostraram estar parcialmente conectadas ao ENOS, embora a duração de um episódio de El Niño ou La Niña seja geralmente mais curta do que as tendências observadas. Foi notada uma diminuição das chuvas por períodos de pelo menos 5 anos, como no caso de Manoel Urbano (Acre), que apresentou uma tendência de diminuição de 1980 a 1985 (Araújo *et al.*, 2013; Brum *et al.*, 2018; Pedreira Junior *et al.*, 2020). Durante esse período, houve um episódio de El Niño entre 1982 e 1983 e um episódio de La Niña entre o final de 1983 e o final de 1984. Apesar do curto período de El Niño, os anos anteriores e posteriores marcam o início e o fim da diminuição das chuvas, indicam os efeitos do fenômeno. No entanto, os efeitos de La Niña não foram suficientes para alterar essa tendência, que continuou até 1985 (Tedeschi *et al.*, 2013; Cai *et al.*, 2020).

Dos 15 pontos de tendência encontrados nas séries temporais, somente cinco foram tendências de aumento e, a maior parte deles, ocorreu antes dos anos 2000, com destaque para a estação localizada em Colinas do Tocantins (Tocantins) que registrou um aumento

desde o começo da década de 1980 até final dos anos 1990 (Haghtalab *et al.*, 2020). Durante esse período, as taxas de desmatamento foram elevadas, chegaram a mais de 21,1 mil km² de área desmatada em 1995. Embora esse valor não represente a maior taxa registrada, ele se destaca em comparação com a menor taxa de desmatamento da década de 1980 e 1990, conforme a Figura 6 (Chambers; Artaxo, 2017; De Sales *et al.*, 2020). A partir de meados dos anos 1990, foram registradas mais cinco tendências de diminuição das chuvas, em Caracaraí (Roraima), Japurá (Amazonas), Juruti (Pará), Bela Vista do Maranhão (Maranhão), e Chapada dos Guimarães (Mato Grosso), sendo que esta última se destaca por apresentar uma diminuição contínua desde 1980 (Ruiz-Vásquez *et al.*, 2020; Leite-Filho *et al.*, 2021).



Fonte: Escobar (2020)[9].

Figura 6. Acumulado anual de desmatamento na Amazônia de 1988 a 2019.

Nos outros casos, as tendências de diminuição não são tão acentuadas, e as variações entre as séries temporais são significativas, e pode haver apenas uma tendência, como em Caracaraí (Roraima), ou até três, como observado em Manoel Urbano (Acre) (Silva Junior *et al.*, 2018). Em Caracaraí, diversos fatores contribuíram para a tendência de diminuição observada entre 2010 e 2018, inclusive o aumento dos índices de desmatamento e a presença do El Niño (2014-2016) (Aragão *et al.*, 2008; Spracklen; Garcia-Carreras, 2015; Costa *et al.*, 2023). Além disso, outros modos de anomalia climática, como a Oscilação Multidecenal do Atlântico (OMA) e a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), também podem influenciar a redução das chuvas (Jones; Carvalho, 2018; Silva *et al.*, 2023). Esses modos seguem a mesma lógica do ENSO, alternam os padrões de chuva na ALB durante suas fases quente e fria, respectivamente. Nesse caso específico, a OMA estava em sua fase quente, iniciada no final da década de 1990, enquanto a ODP estava em sua fase fria, que começou em um período semelhante ao da OMA (Silva Lindemann *et al.*, 2019).

Considerações Finais

Este estudo demonstrou como a imputação de dados pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a usabilidade de bases de dados com uma quantidade significativa de dados faltantes, especialmente quando se trata de dados confiáveis, como os coletados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A análise revelou diversas tendências, tanto de diminuição quanto de aumento das chuvas. Ao longo das séries temporais estudadas, predominaram tendências de diminuição progressiva das chuvas ao longo de períodos curtos, como de 5 ou 10 anos. Por exemplo, na série temporal de Manoel Urbano (Acre), observou-se uma diminuição das chuvas a partir de 1980, atingiu seu ponto mais baixo em 1985. Essas diminuições podem estar relacionadas a diversos fatores, como modos de anomalias climáticas, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA), que ocorriam simultaneamente ou ao desmatamento significativo durante o período. Outro resultado surpreendente foi observado na estação pluviométrica da Chapada dos Guimarães (Mato Grosso), que apresentou uma tendência de diminuição progressiva das chuvas desde 1980.

Para obter um panorama mais abrangente do que ocorreu e ocorre nessas áreas, é necessário analisar todas as estações pluviométricas da Amazônia Legal Brasileira (ALB). Isso proporcionará uma compreensão real dos regimes de chuva nesse bioma. Entretanto, o presente estudo enfrentou desafios devido à complexidade de analisar todas as estações pluviométricas, o que demandaria um estudo mais aprofundado, detalhado, além de consumo de tempo maior. Além disso, foram acessadas 693 estações pluviométricas da ALB (1980 a 2020), das quais apenas 359 se mostraram representativas em relação ao período estipulado e à quantidade de dados faltantes, e permitiram a imputação de dados.

A utilização do método de imputação de dados por meio do pacote MICE da linguagem R mostrou-se bastante útil para melhorar a qualidade dos dados, permitiu realizar análises mais precisas. Este estudo representa um avanço importante no conhecimento dos regimes de chuva da ALB, suas tendências e correlações com modos de anomalia climática e ações antrópicas.

Notas

7 No caso maranhense existe outras áreas pertencentes a outros biomas, como a zona de transição denominada Zona dos Cocais, os Manguezais do Norte localizados na região noroeste do estado, e parte do território apresenta cerrado (Nobre *et al.*, 2009; Ab'Saber, 2019).

8 Maiores detalhes podem ser verificados no *link*: <https://cran.rproject.org/web/packages/mice/mice.pdf>.

9 Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/>.

Referências

AB'SABER, Azis Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.

ALMEIDA, Catherine Torres de; et al. Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973–2013. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 4, p. 2013-2026, 2017.

ALVARES, Clayton Alcarde; et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, Lincoln Muniz; et al. Sensitivity of Amazon regional climate to deforestation. **American Journal of Climate Change**, v. 6, n. 1, p. 75-98, 2017.

AMORIM, Tamiris Xavier; SENNA, Mônica Carneiro Alves; CATALDI, Marcio. Impactos do desmatamento progressivo da Amazônia na precipitação do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.

ARAGÃO, Luiz Eduardo O.C.; et al. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1779-1785, 2008.

ARAÚJO, Mayara Lucyanne Santos; et al. Caracterização espaço-temporal dos componentes do balanço de radiação e calor na região de transição Amazônia-Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.

ARAÚJO, Rosimeire Gonzalez; et al. A influência do evento El Niño-Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 469-480, 2013.

ASSIS, Talita Oliveira; et al. CO2 emissions from forest degradation in Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 10, p. 104035, 2020.

BASSO, Luana S.; et al. Atmospheric CO 2 inversion reveals the Amazon as a minor carbon source caused by fire emissions, with forest uptake offsetting about half of these emissions. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 23, n. 17, p. 9685-9723, 2023.

BOLWERK, Diógenes Alencar; ERTZOGUE, Marina Haizenreder. Mudanças climáticas e/ou mudanças socioculturais na Amazônia Legal. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 202-213, 2021.

BRUM, Mauro; et al. ENSO effects on the transpiration of eastern Amazon trees. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 373, n. 1760, p. 20180085, 2018.

BULLOCK, Eric L.; WOODCOCK, Curtis E. Carbon loss and removal due to forest disturbance and regeneration in the Amazon. **Science of The Total Environment**, v. 764, p. 142839, 2021.

CAI, Wenju; et al. Climate impacts of the El Niño–southern oscillation on South America. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 4, p. 215-231, 2020.

CASTRO, Aline Anderson de; et al. Evaluating carbon and water fluxes and stocks in Brazil under changing climate and refined regional scenarios for changes in land use. **Frontiers in Climate**, v. 4, p. 941900, 2022.

CAVALCANTE, Rosane Barbosa Lopes; et al. Evaluation of extreme rainfall indices from CHIRPS precipitation estimates over the Brazilian Amazonia. **Atmospheric Research**, v. 238, p. 104879, 2020.

CHAMBERS, Jeffrey Q.; ARTAXO, Paulo. Deforestation size influences rainfall. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 3, p. 175-176, 2017.

CHEN, Lei; et al. Comparison of the multiple imputation approaches for imputing rainfall data series and their applications to watershed models. **Journal of Hydrology**, v. 572, p. 449-460, 2019.

COSTA, Giovanna Klautau Leite; et al. Impacto das mudanças climáticas nas vazões mínimas de referência de pequenas bacias hidrográficas na Amazônia Legal e dentro do arco do desflorestamento. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, n. 2023, 2023.

DELAHAYE, Florian; et al. A consistent gauge database for daily rainfall analysis over the Legal Brazilian Amazon. **Journal of hydrology**, v. 527, p. 292-304, 2015.

DUBREUIL, Vincent; et al. Climate change evidence in Brazil from Köppen's climate annual types frequency. **International Journal of Climatology**, v. 39, n. 3, p. 1446-1456, 2019.

FERREIRA, Susane Cristini Gomes; DE LIMA, Aline Maria Meiguins; CORRÊA, José Augusto Martins. Indicators of hydrological sustainability, governance and water resource regulation in the Moju river basin (PA)–Eastern Amazonia. **Journal of Environmental Management**, v. 263, p. 110354, 2020.

GATTI, Luciana V.; et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, v. 595, n. 7867, p. 388-393, 2021.

GUIMBERTEAU, Matthieu; et al. Impacts of future deforestation and climate change on the hydrology of the Amazon Basin: a multi-model analysis with a new set of land-cover change scenarios. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 21, n. 3, p. 1455-1475, 2017.

HAGHTALAB, Nafiseh; et al. Evaluating spatial patterns in precipitation trends across the Amazon basin driven by land cover and global scale forcings. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 140, n. 1, p. 411-427, 2020.

HARRELL, Frank E.; et al. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis. **New York: Springer**, 2001.

JOETZJER, Emilie; et al. The importance of tree demography and root water uptake for modelling the carbon and water cycles of Amazonia. **Biogeosciences Discussions**, v. 2018, p. 1-33, 2018.

JONES, Charles; CARVALHO, Leila M.V. The influence of the Atlantic multidecadal oscillation on the eastern Andes low-level jet and precipitation in South America. **NPJ Climate and Atmospheric Science**, v. 1, n. 1, p. 40, 2018.

KRUID, Sanne. et al. Beyond deforestation: carbon emissions from land grabbing and

forest degradation in the Brazilian Amazon. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, p. 645282, 2021.

LEITE-FILHO, Argemiro Teixeira; et al. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 2591, 2021.

MICHOT, Véronique; et al. Validation and reconstruction of rain gauge–based daily time series for the entire Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 138, p. 759-775, 2019.

NOBRE, Carlos A.; et al. Características do clima amazônico: Aspectos principais. **Amaz. Glob. Chang**, p. 149-162, 2009.

NOR, Siti Mariana Che Mat; et al. A comparative study of different imputation methods for daily rainfall data in east-coast Peninsular Malaysia. **Bulletin of Electrical Engineering and Informatics**, v. 9, n. 2, p. 635-643, 2020.

PAIXÃO ALVES, Vanessa; DINIZ, Marcelo Bentes. Redução de emissões de carbono por desmatamento evitado na Amazônia brasileira: uma abordagem baseada no cenário Business-as-Usual (BAU). **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, p. e19817-e19817, 2022.

PEDREIRA JUNIOR, Altemar Lopes et al. Influence of El Niño and La Niña phenomena on seasonality of the relative frequency of rainfall in southern Amazonas mesoregion. **RBRH**, v. 25, p. e24, 2020.

PEREIRA, Joana Castro; VIOLA, Eduardo. Catastrophic climate risk and Brazilian Amazonian politics and policies: a new research agenda. **Global Environmental Politics**, v. 19, n. 2, p. 93-103, 2019.

PEREZ, Letícia Palazzi; et al. Climate change and disasters: analysis of the Brazilian regional inequality. **Sustainability in Debate**, v. 11, n. 3, p. 260-296, 2020.

PUNHANI, Akash; et al. Binning-based silhouette approach to find the optimal cluster using K-means. **IEEE Access**, v. 10, p. 115025-115032, 2022.

ROCHA, Vinícius Machado. Avaliação dos impactos das mudanças climáticas na reciclagem de precipitação da Amazônia: Um estudo de modelagem numérica. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, 2016.

ROCHA, Vinícius Machado; et al. Reciclagem de Precipitação na Bacia Amazônica: O Papel do Transporte de Umidade e da Evapotranspiração da Superfície. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 387-398, 2017.

ROITMAN, Iris; et al. Dinâmica da cobertura da terra e carbono em 55 assentamentos na Amazônia Legal entre 2008 e 2016: implicações para políticas de mudanças climáticas. **Confins. Revue Franco-Brésilienne de Géographie/Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 46, 2020.

RUIZ-VÁSQUEZ, Melissa; et al. Effects of Amazon basin deforestation on regional atmospheric circulation and water vapor transport towards tropical South America. **Climate Dynamics**, v. 54, p. 4169-4189, 2020.

SALES, Fernando; et al. Impacts of protected area deforestation on dry-season regional climate in the Brazilian Amazon. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 125, n. 16, p. e2020JD033048, 2020.

SANTOS, Vanessa Conceição dos; BLANCO, Claudio; OLIVEIRA, José Francisco de. Distribution of rainfall probability in the Tapajos River basin, Amazonia, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 3, p. e2284, 2019.

SANTOS, Vanessa; et al. Hydrologic response to land use change in a large basin in eastern Amazon. **Water**, v. 10, n. 4, p. 429, 2018.

SILVA JUNIOR, Celso H.L; et al. Persistent collapse of biomass in Amazonian forest edges following deforestation leads to unaccounted carbon losses. **Science Advances**, v. 6, n. 40, p. eaaz8360, 2020.

SILVA LINDEMANN, Douglas; et al. Oscilações decadais da temperatura do ar na América do Sul durante o período de verão austral e suas relações com o Oceano Atlântico Norte. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 06, p. 2163-2176, 2019.

SILVA, José Maria Cardoso; PRASAD, Shivangi. Green and socioeconomic infrastructures in the Brazilian Amazon: implications for a changing climate. **Climate and development**, v. 11, n. 2, p. 153-166, 2019.

SILVA, Lucas Augusto; et al. Projection of climate change impacts on net primary productivity of the legal Amazon–Brazil. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 72, 2023.

SILVA, Maria Elisa Siqueira; et al. The combined influences of Amazon deforestation and Pacific Decadal Oscillation on the South America climate variability. **International Journal of Climatology**, v. 43, n. 5, p. 2127-2149, 2023.

SPRACKLEN, Dominick V.; GARCIA-CARRERAS, Luís. The impact of Amazonian deforestation on Amazon basin rainfall. **Geophysical Research Letters**, v. 42, n. 21, p. 9546-9552, 2015.

TEDESCHI, Renata G.; CAVALCANTI, Iracema FA; GRIMM, Alice M. Influences of two types of ENSO on South American precipitation. **International Journal of Climatology**, v. 33, n. 6, p. 1382-1400, 2013.

VERGOPOLAN, Noemi; FISHER, Joshua B. The impact of deforestation on the hydrological cycle in Amazonia as observed from remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, v. 37, n. 22, p. 5412-5430, 2016.

WONGCHUIG, Sly; et al. A regional view of the linkages between hydro-climatic changes and deforestation in the Southern Amazon. **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 7, p. 3757-3775, 2022.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA EROSÃO DOS SOLOS EM PAÍSES TROPICAIS E SUBTROPICAIS

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON SOIL EROSION IN TROPICAL AND SUBTROPICAL COUNTRIES

CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS EN LA EROSIÓN DEL SUELO EN PAÍSES TROPICALES Y SUBTROPICALES

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LEURS IMPACTS SUR L'ÉROSION DES SOLS DANS LES PAYS TROPICAUX ET SUBTROPICAUX

Leonardo dos Santos Pereira[1]
Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva[2]
Yuri Luis Sena de Amorim[3]
Antônio José Teixeira Guerra[4]

1 Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ) e Professor da Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro (SME-RIO). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8389-9933. E-mail: leospgeo@gmail.com.
2 Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ). ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3686-4153. E-mail: gabriel.thaumaturgo@gmail.com.
3 Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e estudante de iniciação científica da FAPERJ. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-0638-4826. E-mail: yurilsena24@gmail.com.
4 Doutor em Geografia pela Universidade de Londres (Inglaterra) e Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2562-316X. E-mail: antoniotguerra@gmail.com.

Introdução

A erosão dos solos é um processo ambiental natural estudado por vários grupos de pesquisas do mundo, devido a sua elevada relação entre os elementos humanos e naturais que compõem o espaço geográfico. Entre os tipos de processos erosivos de maior impacto negativo em países de zonas tropicais, pode-se afirmar que a hídrica é uma das principais que atenua essa problemática. Destaca-se, entretanto, a ação antrópica na intensificação dos processos hidroerosivos, a depender do tipo de uso e manejo dos solos (Quiquerez *et al*., 2008; Guerra *et al*., 2017; Pereira *et al*., 2022; Guerra *et al*., 2023).

Entender a relação entre o solo e o clima é fundamental para compreender os principais agentes ambientais responsáveis pela erosão e deposição das partículas arrastadas. Quando se trata de ambientes de clima quente e úmido, observa-se que os processos envolvidos na erosão são agravados, principalmente em áreas que não possuem adequado planejamento e gestão das atividades sociais e dos sistemas ambientais (Bryan, 2000; Vezzani; Mielniczuk, 2011; Guerra; Loureiro, 2023).

Jiang *et al*. (2024) e Sanjeewani *et al*. (2024), ao pesquisarem a relação entre os efeitos das mudanças climáticas e os processos atuantes nos solos, comprovaram alterações nas propriedades físico-químicas nesse sistema, principalmente no estoque de carbono orgânico em zonas úmidas e em áreas de maior gradiente de inclinação. Trata-se de uma problemática que influencia em maior *input* de matéria e energia no solo devido a maior frequência e intensidade de eventos pluviométricos, em áreas com maior propensão a processos hidroerosivos.

Tendo como enfoque o território brasileiro, dados do Centro de Previsão Climática da Administração Oceânica e Atmosférica (NOAA), dos Estados Unidos, destacou que o fenômeno El Niño demonstrou forte atividade desde junho de 2023, indicativo de período com suas atividades mais intensas, o que reverbera em impactos climáticos e humanos mais rigorosos. Os dados indicavam chances de 56% de um El Niño forte e de 84% de um moderado, o que influencia diretamente nas dinâmicas socioambientais a nível nacional, aumentando ondas de calor na região Sudeste brasileira, as secas no Norte e na maior umidade no Sul (Figura 1). Fato esse que deixou o estado do Rio Grande do Sul em grave crise climática, devido às intensas chuvas e cheias dos rios, provocando sérios impactos na organização social de diversos municípios do estado (FAPESP, 2023; FAPESP, 2024).



Fonte: Modificado de NCEP Climate Prediction Center (FAPESP, 2023).

Figura 1. Efeitos do El Niño no Brasil.

Segundo Côrtes (2024), os motivos climáticos que culminaram nas tragédias do Rio Grande do Sul são as frentes frias, umidade oceânica e uma barreira de alta pressão. A elevada pressão atmosférica atuante na região Centro-Sul do Brasil impede a passagem das frentes frias em direção ao Norte. A junção desses elementos fez com que chovesse em 10 dias, entre 24 de abril e 4 de maio de 2024, 28% (420 mm) do esperado para o ano inteiro (1500 mm). Acrescido a esses fatores naturais, a falta de planejamento e gestão urbana dos municípios do estado influenciaram na maior magnitude do desastre social, impactando em várias mortes, muitos desaparecidos e feridos; a longo prazo, problemas relacionados a doenças e desabrigados.

Observa-se, desse modo, relação direta entre a maior frequência e magnitude da força cinética da chuva e o seu grau de erosividade (capacidade em causar erosão), principalmente em solos mais frágeis, depauperados por falta de manejos e usos adequados. Estes solos apresentam maior suscetibilidade à erodibilidade (propensão ao processo erosivo), visto a menor complexidade de seu sistema em absorver matéria e energia devido a seus elementos e atributos físicos e químicos estarem degradados (Wischmeier *et al*., 1971; Wischmeier; Smith, 1978; Morgan, 2005; Guerra, 2017; Guerra *et al.,* 2023).

Assim, a estabilidade dos agregados, permeabilidade dos solos, acidez e porcentagem de matéria orgânica, por exemplo, são parâmetros que indicam o grau de resistência e resiliência de um sistema, pois auxiliam no processamento de matéria e energia do mesmo (Christofoletti 1999; Bertoni; Lombardi Neto, 2010; Vezzani; Mielniczuk, 2011; Pereira *et al*., 2022).

Portanto, os fenômenos El Niño e La Niña, que provocam alterações nos sistemas atmosféricos e oceânicos do pacífico, demonstram relação direta na intensidade dos processos hidroerosivos. Lee *et al*. (2023), ao analisarem a intensidade erosiva das chuvas nos Estados Unidos, associada às variações climáticas em grande escala causadas pelo El Niño, constataram que, nesses períodos e nas latitudes médias, as precipitações possuem maior grau de erosividade. Assim, áreas mais vulneráveis e susceptíveis à erosão de solos, como ambientes de menor cobertura vegetal, ou sem adequado planejamento ambiental, podem apresentar maior índice de erodibilidade dos solos, devido ao maior grau de erosividade provocada pelas variações climáticas que potencializam o El Niño.

Para a mitigação dessa problemática que impacta os distintos espaços do planeta, principalmente a manutenção dos espaços agricultáveis e a segurança das populações que vivem em áreas de risco, as cidades devem ser pensadas de forma integrada e sem desconsiderar os impactos dos fenômenos e sistemas naturais. Logo, a organização e produção do espaço tem que estabelecer um equilíbrio entre as diversas formas de expressões sociais e os distintos níveis de grau de liberdade do funcionamento dos sistemas ambientais, a fim de se criar cidades inteligentes.

O presente capítulo, portanto, visa aprofundar a discussão das consequências das mudanças climáticas na potencialização dos agentes erosivos em áreas urbanas, sistematizando as causas e consequências desses processos de modo conceitual e teórico. Também se destacam os processos envolvidos na intensificação de voçorocamento na cidade de Buriticupu (MA). Por fim, destaca-se a importância da criação de cidades inteligentes para se pensar novas formas de organização e planejamento territorial e ambiental, como alternativa de enfrentamento a essa nova realidade socioambiental provocada pelas alterações do clima.

Mudanças climáticas e a potencialização dos processos erosivos urbanos

Os impactos causados pelas mudanças climáticas são percebidos ao redor do mundo, especialmente em países tropicais e subtropicais, onde os efeitos podem ser mais intensificados em decorrência dos elevados índices pluviométricos. Em ambientes urbanos e rurais, a aceleração dos processos erosivos é um impacto resultante da complexa interação das mudanças climáticas e das ações humanas. Desse modo, uma vez que o sistema solo possui grande capacidade de estocar carbono orgânico, tipos de manejos e usos inadequados desse recurso, atrelados às chuvas intensas e frequentes, desagregam com maior facilidade a sua estrutura, prejudicando o sequestro de carbono atmosférico e aprofundando os problemas climáticos (Lal, 2018; ONU, 2019; Lee *et al*., 2023).

O Relatório Mudanças Climáticas e Terras (IPCC, 2019) e o 6° Relatório de Avaliação (IPCC, 2023) apontam que, caso não haja a redução necessária da emissão de gases do efeito estufa, teremos aumento na recorrência de eventos climáticos extremos, tanto em intensidade quanto frequência. Isto é, a ocorrência de eventos climáticos extremos em curto

intervalo de tempo, associado às áreas desmatadas, urbanizadas e impermeabilizadas, irá provocar diferentes impactos socioambientais, como a aceleração dos processos erosivos, a degradação dos solos, a ocorrência de inundações, enchentes e movimentos de massa (Li; Fang, 2016; Eekhout *et al.*, 2018; Ohba; Sugimoto, 2018; Eekhot; Vente, 2019; Duan *et al.*, 2020; Guerra *et al.,* 2023).

Para Cortese *et al.* (2023), a maior parte da população que vive em áreas cada vez mais urbanas, sentirá os impactos desencadeados pelas mudanças climáticas, sobretudo em áreas com a maior concentração de grupos sociais vulneráveis, contribuindo, assim, para o aumento das disparidades socioespaciais nas cidades.

A erosão dos solos é caracterizada como um fenômeno natural, com ocorrências ao redor do mundo, onde possui a capacidade de degradar os solos e modificar drasticamente as paisagens em diferentes escalas. Portanto, é considerada um grande problema ambiental para diferentes países (Jorge; Guerra, 2013; Jiang *et al*., 2019; Borrelli *et al*., 2020; Bhattacharya *et al*., 2020). Além disso, a degradação dos solos poderá atingir níveis irreversíveis para a recuperação, onde grandes hectares de solo podem ser perdidos (Morgan, 2005; Andrade; Freitas, 2018; Bartley *et al.,* 2020; Guerra *et al*., 2020; Masroor *et al.*, 2022).

A erosão hídrica, frente aos diferentes agentes erosivos, é considerada a mais intensa e sua ocorrência abrange quase toda a superfície terrestre do planeta (Guerra, 2015; Guerra *et al., 2*015; Santos, 2017; Guerra *et al.,* 2023). Para Guerra (2015), os processos erosivos por ação da água tendem a ser agravados em países tropicais, em decorrência do elevado índice pluviométrico e o acúmulo de precipitação em determinadas estações do ano.

O crescimento desordenado das áreas urbanas promove a retirada da cobertura vegetal para novas ocupações, bem como a pavimentação dos solos para abertura de novas estradas e empreendimentos, desencadeando, assim, a impermeabilização dos solos e consequentemente a redução das taxas de infiltração. Contudo, a redução da taxa de infiltração provocará uma sobrecarga no sistema de drenagem, pois aumentará o escoamento superficial e o fluxo de sedimentos, podendo desencadear o assoreamento da rede de drenagem e possíveis focos de enchentes e inundações, além de novos processos erosivos, como a formação de voçorocas, que causam grandes impactos na sociedade (Carvalho *et al*., 2006; Christofoletti, 2021).

Para Carvalho *et al*. (2016), os processos erosivos são agravados pelo crescimento repentino da população urbana, sem a adoção de planejamento e infraestrutura urbana para a população. Ademais, Guerra (2011) aponta que, o desmatamento atrelado ao crescimento urbano, tende a acelerar os processos erosivos, podendo desencadear impactos e desastres socioambientais, com perdas de vidas e prejuízos materiais, sociais, culturais, entre outros.

Os processos erosivos causam diferentes impactos ambientais e sociais, com ocorrências no próprio local (*onsite*) e em áreas afastadas (*offsite*). Como impactos *onsite*, compreende-se a diminuição da fertilidade dos solos e sua redução da capacidade de retenção de água, entre outros fatores. Em contrapartida, os impactos *offsite* estão associados ao escoamento superficial e o transporte de sedimentos até áreas mais

afastadas da feição erosiva, sendo depositadas em reservatórios, lagos e rios, provocando o assoreamento, além da deposição em áreas agrícolas, ocasionando, também, impactos negativos ao meio ambiente (Guerra; Mendonça, 2007; Fullen; Catt, 2004; Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.,* 2023).

A cidade de Buriticupu (MA) e o impacto das mudanças climáticas na erosão urbana

A cidade de Buriticupu, localizada no estado do Maranhão, vem sofrendo com o avanço da erosão urbana e com o desenvolvimento de grandes voçorocas. Com as mudanças climáticas em curso e o aumento da recorrência de eventos meteorológicos extremos, sejam em magnitude e frequência, podem acelerar os processos erosivos existentes na cidade. Para Campos (2019), o aumento das médias de precipitação pode superar a capacidade de infiltração do solo, desenvolvendo a formação de poças e o escoamento superficial, podendo gerar ravinas e voçorocas e, consequentemente, grandes impactos ambientais para a cidade.

De acordo com os estudos de Marcelino *et al*. (2019) e Campos (2019), a origem das voçorocas em Buriticupu está relacionada a diferentes processos erosivos, sejam por fatores naturais, mas também influenciados por ações antrópicas. Com relação aos fatores naturais, a cidade está localizada em um solo com alto teor de areia e silte, onde há redução da formação de agregados e, consequentemente, o aumento do processo erosivo. Além disso, há influência do aumento das médias de precipitação, que aceleram os processos erosivos (Campos, 2019).

Entretanto, os processos erosivos existentes estão sendo acelerados por influência de ações antrópicas. Em Buriticupu, a cobertura vegetal tem sido retirada para dar espaço às práticas agropecuárias, além da impermeabilização dos solos para a pavimentação de vias e construções, que provocam mudanças no escoamento superficial (Marcelino *et al*., 2019; Campos, 2019).

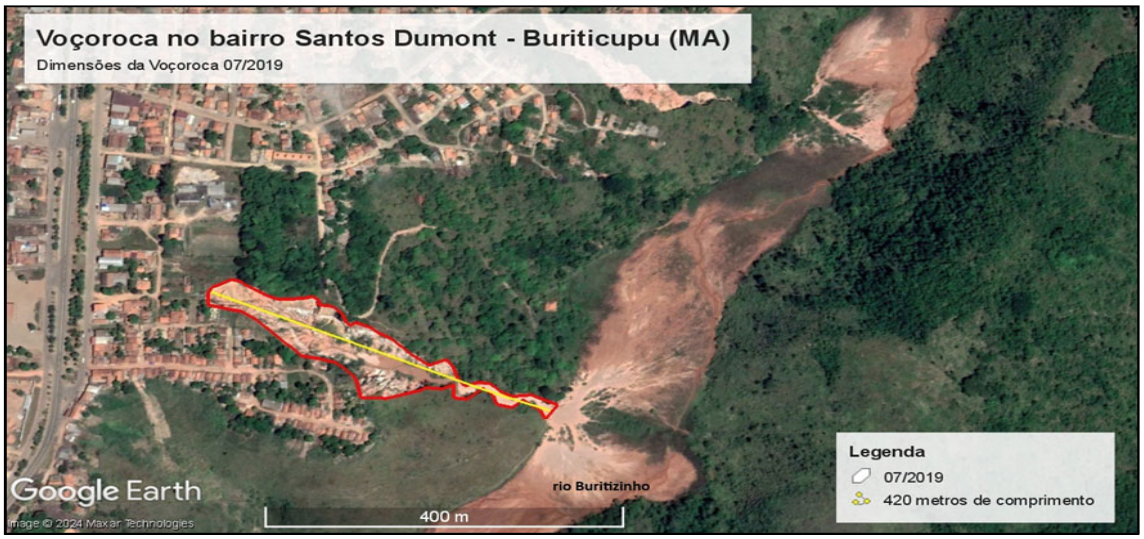
Além disso, Campos (2019) aponta que o arruamento irregular do bairro Santos Dumont e a falta de estruturas de drenagem, são os principais agravantes dos processos erosivos existentes na voçoroca do bairro. De acordo com os estudos feitos, o bairro está localizado em um terreno de menor declividade em comparação a rodovia principal, onde o arruamento do bairro está perpendicular à rodovia principal. Com isso, há uma convergência do escoamento superficial para o interior do bairro, indo em direção à cabeceira da voçoroca e acelerando os processos erosivos (Figura 2).



Foto Antônio Guerra (2023).

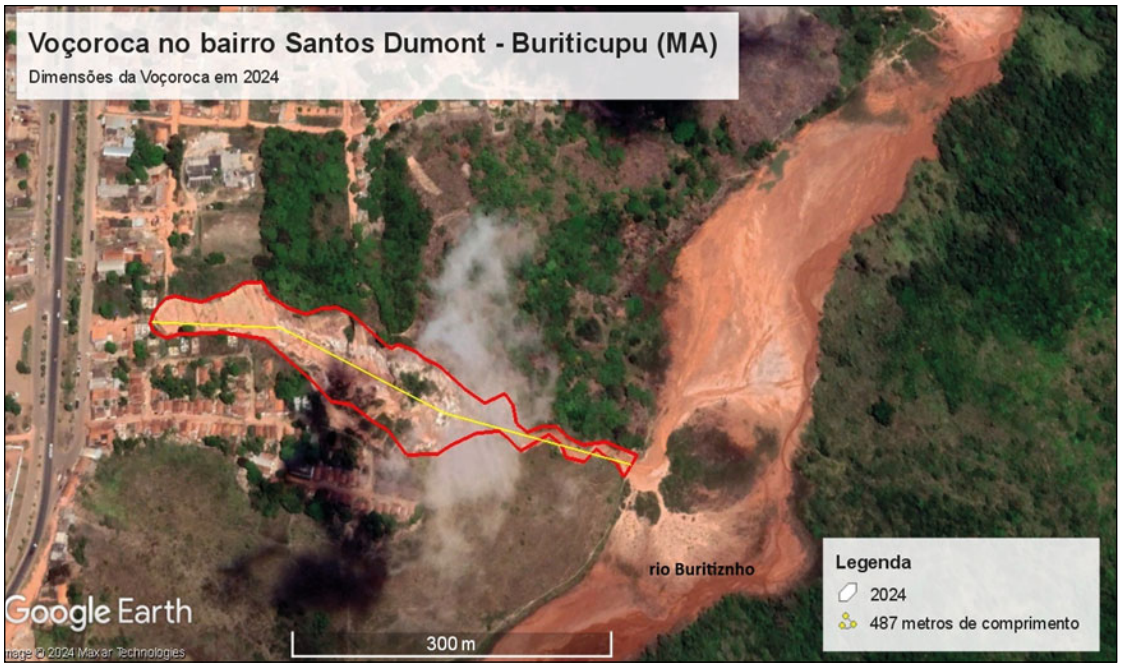
Figura 2. Voçoroca na cidade de Buriticupu, tendo chegado a um estágio de difícil recuperação, devido à sua profundidade que, em alguns pontos, chega a 80 metros.

A voçoroca analisada nos estudos de Campos (2019), apresentava ≅ 420 metros de comprimento no ano de 2019 (Figura 3). Entretanto, ao visualizá-la no *software Google Earth Pro* em 2024, percebe-se que a cabeceira da voçoroca recuou ≅ 67 metros (Figura 4), apresentando agora ≅ 467 metros de comprimento, onde permanece com o avanço em direção ao bairro, engolindo casas e ruas, em decorrência da influência do escoamento superficial proveniente do arruamento irregular existente (Figura 2).



Fonte: *Google Earth Pro* (2024).

Figura 3. Dimensões da voçoroca no bairro Santos Dumont (MA) em 2019.



Fonte: *Google Earth Pro* (2024).

Figura 4. Dimensões da voçoroca no bairro Santos Dumont (MA) em 2024.

Com o avanço dos processos erosivos da voçoroca, há o desencadeamento de impactos *onsite* e *offsite*. Como pode ser visto nas Figuras 2, 3 e 4 e de acordo com as obras de Marcelino (2019) e Campos (2019), uma grande quantidade de sedimentos são carreados para o rio Buritizinho, onde desencadeiam diferentes problemas ambientais e sociais, caracterizados como impactos *offsite*. No ponto de vista ambiental, os autores apontam problemas como o assoreamento do rio Buritizinho e seus afluentes, igarapés, dos açudes da cidade, entre outros corpos hídricos com sedimentos oriundos das voçorocas. Do ponto de vista social, os impactos estão relacionados às atividades desenvolvidas nos rios, como a utilização para a recreação, comércio e lavagem de roupas.

Por outro lado, há também os impactos *onsite*, que ocorrem diretamente na feição erosiva. Na voçoroca do bairro de Santos Dumont, está relacionado a perda de nutrientes do solo, a destruição de ruas, plantações, casas e perda de vidas humana.

No contexto brasileiro, Salomão (2015) aponta que a maioria das cidades estão estabelecidas em áreas de solo arenoso e rasos, onde sofrem com o aumento significativo da erosão, com a formação de ravinas e voçorocas, influenciadas pelo acúmulo de águas pluviais e a falta de infraestrutura urbana básica nas cidades, como é o caso da cidade de Buriticupu, apontada pelos estudos de Marcelino *et al.* (2019) e Campos (2019).

Cidades Inteligentes: resiliência urbana e adaptação às mudanças climáticas

A temática de Cidades Inteligentes está cada vez mais em foco, onde termo começou a ser debatido nos anos 90, com a finalidade de conceituar o fenômeno de desenvolvimento urbano ligado à tecnologia, inovação e globalização, especialmente na perspectiva econômica (Rizzon *et al*., 2017).

Não há um acordo claro sobre a definição de "Cidades Inteligentes", entretanto, alguns estudos apontam que o conceito trata de novas tecnologias e suas aplicações no ambiente urbano (Kuikkaniem *et al*., 2011; Lui; Petarnella, 2020; Divino; Magalhães, 2024).

Em Albino *et al*. (2015), o autor destaca que uma cidade inteligente pode apresentar diferentes facetas, onde levará em conta o bem-estar das comunidades e a introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

Já Dameri (2013), estabelece que as Cidades Inteligentes são definidas por uma área geográfica consolidada, onde o bem estar da população, envolvendo inclusão, participação, qualidade ambiental, desenvolvimento inteligente, originam-se a partir da cooperação entre as tecnologias de informação e comunicação (TICS), a logística, a produção de energia, entre outras variáveis que podem ser inseridas na discussão do conceito.

No Brasil, a definição de Cidades Inteligentes, é apresentado na Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (Brasil, 2021), elaborado pela Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano (SMDRU), atual Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades. De acordo com a Carta, as Cidades Inteligentes são definidas como:

> Cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação (Brasil, 2021, p. 14).

Portanto, esta obra está baseada na definição proposta pela Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, onde buscaremos discutir as ferramentas necessárias para o desenvolvimento urbano e a resiliência nas cidades, tendo em vista as mudanças climáticas e o aumento da recorrência dos eventos extremos.

A construção de uma cidade resiliente requer integração entre governo, instituições públicas e privadas, bem como a participação de cada cidadão. Cabe destacar que, a gestão de riscos de desastres não é uma responsabilidade apenas da Defesa Civil, mas

sim, da sociedade, onde envolve agentes da universidade, setor público e privado, e a própria população (UNISDR, 2022; CEPED PR, 2010).

Com o aumento de desastres ocorridos em diferentes partes do mundo e os estudos voltados para a reconstrução das áreas atingidas, o conceito de resiliência passou a ser empregado como a habilidade de um cidadão ou comunidade, em se restabelecer após vivenciar situações de crise (como o impacto das inundações e dos movimentos de massa), buscando se fortalecer e se aprimorar em relação ao estado anterior à crise, agindo para minimizar os fatores de vulnerabilidade que aumentam a exposição aos riscos de desastres (CEMADEN, 2020).

Contudo, de acordo com o Escritório das Nações Unidas para a Redução dos Riscos de Desastres (UNISDR), a resiliência pode ser descrita como a capacidade de um sistema (comunidade ou sociedade), diante de situações de perigo, de resistir, absorver, adaptar e se recuperar dos efeitos de uma ameaça de forma rápida e eficiente (UNDRR, 2022).

De acordo com Silva *et al*. (2020), o planejamento urbano ambiental converge para a construção de cidades resilientes, integrando aspectos sociais, ambientais e econômicos. Essa abordagem visa estabelecer estratégias de preservação, prevenção e mitigação, buscando melhorar a qualidade de vida em diferentes contextos locais. A interseção entre sociedade, meio ambiente e parâmetros econômicos determina alternativas para lidar com questões pré-existentes e emergentes, com o objetivo de promover a resiliência urbana e a sustentabilidade.

A integração da resiliência na gestão de riscos e desastres fortalece as perspectivas de desenvolvimento contínuo e sustentável das cidades. Isso ocorre ao estabelecer novas metas que não apenas abordam a resposta durante os desastres, mas também priorizam o planejamento preventivo e a reconstrução das cidades (ONU, 2012; Ferreira *et al*., 2023).

As circunstâncias de alterações ambientais colocam em alerta a necessidade de formular planos e projetos de governança ambiental nas cidades brasileiras. Para Samed e Gonçalves (2017), os eventos que causam desastres, necessitam de estratégia bem delimitada e devem ser operacionalizadas logo após o início das intercorrências, englobando a preparação, a tomada de decisão e a resposta ao evento.

A fim de implementar o alinhamento das estratégias e operacionalização após as intercorrências, surge a iniciativa Construindo Cidades Resilientes - MCR 2030 (UNDRR, 2020).

A MCR 2030 busca garantir que as cidades se tornem seguras, resilientes e sustentáveis até 2030, buscando atender o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que visa “Desenvolver cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. A iniciativa possui três objetivos estratégicos que ajudam no desenvolvimento de cidades resilientes, sendo visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1. Objetivos Estratégicos da iniciativa Construindo Cidades Resilientes 2030.

1. Melhorar a compreensão das cidades sobre o risco, e garantir seu compromisso com a redução do risco de desastres locais e resiliência;
2. Fortalecer a capacidade das cidades em desenvolver estratégias/planos locais para aumentar a resiliência;
3. Apoiar as cidades na implementação de estratégias/planos locais para aumentar a resiliência.

Fonte: Modificado de MCR2030 (2020).

Diante do exposto, iremos trabalhar a partir do segundo objetivo estratégico da MCR 2030, que tem por finalidade desenvolver ferramentas necessárias para o desenvolvimento urbano, a fim de reduzir os riscos e aumentar a resiliência urbana. Portanto, a seguir, discutiremos as ferramentas utilizadas em diferentes cidades, que implementaram a iniciativa "Construindo Cidades Resilientes 2030". Para isso, todas as partes interessadas devem estar conscientes e bem informadas sobre esses riscos, a fim de promover melhor prevenção, preparação e resposta.

Diante do exposto, é importante que as cidades tenham acesso a ferramentas de análise e monitoramento dos riscos (Tominaga, 2015; CEMADEN, 2020). A fim de aprimorar o estudo de caso sobre os impactos da erosão urbana (voçoroca) na cidade de Buriticupu (MA), apresentaremos três ferramentas e seus exemplos de sucesso, que podem ser implementadas para colaborar na prevenção, preparação e respostas aos impactos oriundos das voçorocas, tendo em vista o avanço dos eventos extremos de precipitação.

A primeira ferramenta utilizada é a infraestrutura verde, que promove a conservação estratégica por meio da identificação, proteção e manejo de redes interconectadas de espaços verdes. Essas redes sustentam funções naturais essenciais enquanto proporcionam benefícios às pessoas.

O conceito de infraestrutura verde ressalta a necessidade de implementar planos sustentáveis de uso do solo em bairros, cidades e estados. Ela facilita um processo colaborativo para identificar valores e objetivos comuns, orientando a tomada de decisões sobre o uso da terra. A infraestrutura verde é fundamental para a manutenção e o crescimento sustentável das comunidades (Vasconcellos, 2015; Guerra *et al.,* 2023).

A infraestrutura verde pode ser usada como estratégia para a redução dos efeitos de ilha de calor urbano, realizando o resfriamento por evapotranspiração e assombramento que ajudam na manutenção de corredores com o ar frio. Também pode ser utilizada como reguladoras da qualidade e quantidade das águas que infiltram nos solos, para armazenar e drenar as águas oriundas do escoamento superficial, reduzindo os riscos a inundações; além de reduzir os impactos dos processos erosivos, em decorrência da adoção de cobertura florestal (Samora-Arvela *et al*., 2016).

Após o desastre ocorrido em Nova Friburgo, em janeiro de 2011, quando a Região Serrana do Rio de Janeiro foi atingida por fortes chuvas que causaram uma série de desastres socioambientais, a infraestrutura verde foi considerada uma solução essencial para problemas

de drenagem. Implementar seus conceitos e soluções em Nova Friburgo tornou-se uma necessidade urgente para prevenir tragédias semelhantes no futuro (Vasconcellos, 2015).

Por conseguinte, o Centro de Operações Rio (COR), também é um exemplo de ferramenta utilizada para o planejamento das etapas de prevenção, mitigação e respostas. É um complexo de controle localizado na zona central da cidade do Rio de Janeiro que reúne representantes de mais de 30 agências e secretarias, responsáveis por monitorar em tempo real, o funcionamento da cidade por meio de centenas de câmeras espalhadas por bairros (Quadro 2).

Quadro 2. Estágios Operacionais da Cidade do Rio de Janeiro.

ESTÁGIOS	QUANDO:	IMPACTO:
1	Não há ocorrências que provoquem alteração significativa no dia a dia do carioca. Não foram identificados fatores de risco de curto prazo que impactem a rotina da cidade.	Sem ou com pouco impacto para a fluidez do trânsito e das operações de infraestrutura e logística da cidade.
2	Risco de haver ocorrências de alto impacto na cidade, devido a um evento previsto ou a partir da análise de dados provenientes de especialistas. Há ocorrência com elevado potencial de agravamento.	Ainda não há impactos na rotina da cidade, mas os cidadãos devem se manter informados.
3	Uma ou mais ocorrências estão impactando a cidade. Há certeza de que haverá ocorrência de alto impacto, no curto prazo.	Pelo menos uma região da cidade está impactada, causando reflexos relevantes na infraestrutura e logística urbana, e afetando diretamente a rotina da população (ou de parte dela).
4	Uma ou mais ocorrências graves impactam a cidade ou há incidência simultânea de diversos problemas de médio e alto impacto em diferentes regiões da cidade. Os múltiplos danos e impactos causados começam a extrapolar a capacidade de resposta imediata das equipes da cidade.	Uma ou mais regiões estão impactadas, causando reflexos graves / importantes na infraestrutura e logística urbana, e afetando severamente a rotina da população (ou de parte dela).
5	Uma ou mais ocorrências graves impactam a cidade ou há incidência simultânea de diversos problemas de médio e alto impacto em diferentes regiões da cidade. Os múltiplos danos e impactos causados extrapolam de forma relevante a capacidade de resposta imediata das equipes da cidade.	Uma ou mais regiões estão impactadas, causando reflexos graves / importantes na infraestrutura e logística urbana, e afetando severamente a rotina da população (ou de parte dela).

Fonte: Modificado de cor.rio (2024).

O COR foi projetado para ser um centro de comando e controle, de modo que fosse possível monitorar a cidade a partir de câmeras, instaladas em áreas suscetíveis às inundações, movimentos de massa, além do monitoramento das vias urbanas e de locais que servem para a realização de grandes eventos (COR-RIO, 2024).

O Centro de Operações - COR foi estabelecido com o propósito de atuar em duas frentes, com papel importante na atuação da operação e gerenciando das atividades cotidianas da cidade, e como centro de emergência, agilizando a tomada de decisões e promovendo a colaboração entre agências e secretarias, especialmente em situações críticas. Nos primeiros anos de funcionamento, a cidade do Rio de Janeiro avançou na agenda do urbanismo inteligente (Angelidou, 2014).

E, por fim, a terceira ferramenta modelo são os Sistemas de Alerta e Alarme. Em 2011, o Estado do Rio de Janeiro enfrentou uma grande tragédia causada por chuvas torrenciais. Após o ocorrido, o governo federal criou o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN. O órgão é responsável pela coleta de dados oriundos de radares meteorológicos, entre outras ferramentas espaciais, servindo como base para o planejamento de ações para reduzir os riscos inerentes a inundações, movimentos de massas, entre outros impactos que possam vir a causar desastres (Amorim; Silva, 2016; CEMADEN, 2020).

Após o desastre de 2011, foi implementado o Sistema de Alerta e Alarme com a introdução de sirenes em áreas próximas a encostas e com risco de movimentos de massa, além do cadastro de mensagens via SMS (*Short Message Service*) para celulares, alertando sobre a possibilidade de eventos extremos de chuvas, capazes de desencadear impactos socioambientais, além de informações com os contatos da Defesa Civil e/ou a necessidade de evacuar as áreas de risco (Amorim; Silva, 2016).

Portanto, podemos concluir que a adoção dessas ferramentas trouxe diferentes benefícios para a sociedade, onde foi possível prevenir, mitigar e responder aos efeitos da intensificação das mudanças climáticas.

Tais ferramentas poderiam ser implementadas em conjunto com o governo federal e estadual, na cidade de Buriticupu, por exemplo. De certo modo, elas atuariam como prevenção e mitigação aos efeitos dos processos erosivos na cidade, sendo necessário a adoção de ferramentas para a recuperação ou controle das áreas que estão passando por acelerado processo erosivo.

Conclusões

Observa-se que os impactos das mudanças climáticas podem ser severos, como já constatados em algumas áreas do planeta. Entretanto, em áreas tropicais os processos hidroerosivos podem ser mais intensos e acentuar diversos problemas ambientais já existentes, como demonstrado na cidade de Buriticupu (MA).

Entender as cidades de forma que integrem as organizações sociais e os sistemas ambientais de modo sustentável, é uma forma de corroborar na criação das chamadas cidades inteligentes. Desse modo, o poder público pode utilizar desse conceito para aprimorar suas ações e estratégias de planejamento territorial e ambiental, a fim de diminuir prejuízos econômicos, ambientais e sociais.

Apesar de seu enfoque no aprimoramento e uso das tecnologias nas cidades para integrar sistemas de comunicação e transporte, destacou-se que as cidades inteligentes devem pensar no uso dessas ferramentas tecnológicas para tornar o espaço urbano mais resistente e resiliente aos fenômenos e processos ambientais, principalmente nesse período de mudanças climáticas.

Portanto, torna-se urgente compreender, de modo holístico e geossistêmico, a estrutura urbana como um espaço social integrado aos sistemas ambientais, a fim de

criar projetos de gestão e planejamento territorial que sejam capazes de compreender a complexidade de todos os atributos e elementos (sociais e naturais) que se relacionam nas distintas escalas de análise geográfica. Para isso, o profissional de Geografia está preparado para dar sua contribuição, não só em projetos relacionados à prevenção, mas também à recuperação das áreas atingidas.

Referências

AMORIM, M. F.; SILVA, W. S. A busca da resiliência nas cidades frente ao crescimento dos centros urbanos e os impactos ambientais. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA, FEAUSP. **Anais**[...]. Disponível em: < https://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/492.pdf>. 2016.

ANDRADE, A. G.; FREITAS, P. L. Prevenção do avanço da degradação e recuperação de terras degradadas. *In*: VILELA, G. F.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B. (Org.). **Vida terrestre:** contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

ANGELIDOU, M. Smart city policies: A spatial approach. Cities, v. 41, p. S3-S11, 2014.

Albino, V., Berardi, U.; Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of Urban Technology**, 22(1), 3-21. https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092

BARTLEY, R.; POESEN, J.; WILKINSON, S.; VANMAERCKE, M. A review of the magnitude and response times for sediment yield reductions following the rehabilitation of gullied landscapes. **Earth Surface Process and Landforms***,* 45, 2020.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Rio de Janeiro: Ed. Ícone, 70 edição, 2010.

BHATTACHARYA, R. K.; CHATTERJEE, N. D.; DAS, K. Sub-basin prioritization for assessment of soil erosion susceptibility in Kangsabati, a plateau basin: a comparison between MCDM and SWAT models. **Science of Total Enviroment**, 734, 2020, p. 1-21.

BORRELLI, P.; ROBINSON, D.A.; PANAGOS, P.; LUGATO, E.; YANG, J.E.; ALEWELL, C.; WUEPPER, D.; MONTANARELLA, L.; BALLABIO, C.; Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 117, 2020, p. 21994- 22001.

BRASIL. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Recuperado 26 de junho de 2023, de Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano. 2021. Disponível em: <https://cartacidadesinteligentes.org.br/>.

BRYAN, R. B. Soil erodibility and processs of water erosion on hillslope. **Geomorphology**, v.32, p.385-415, 2000.

CAMPANELLA, T.J. Urban Resilience and the Recovery of New Orleans. **Journal of the American Planning Association**, Vol. 72, no 2, 2006.

CAMPOS, A. A. C. **Condicionantes dos Processos Erosivos na Área Urbana de Buriticupu-MA:** O caso da voçoroca do Bairro Santos Dumont . Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGeo. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís (MA), 2019.

CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁZIO, J. A.; MOTTA, N. O.; FRANCISCO, R. A. Processos Erosivos. *In*: CARVALHO, J. C.; SALES, M.M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S (Orgs). **Processos erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: Editora FINATEC, 2006, p. 39-91.

CEMADEN. **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano** [recurso eletrônico]. Organizado por Lourenço Magnoni Junior, Carlos Machado de Freitas, Eymar Silva Sampaio Lopes, Gláucia Rachel Branco Castro, Humberto Alves Barbosa, Luciana Resende Londe, Maria da Graça Mello Magnoni, Rosicler Sasso Silva, Tabita Teixeira e Wellington dos Santos Figueiredo. – 2. ed. – São Paulo: CPS, 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. *In*: GUERRA. A. J. T.; CUNHA, S. B (Orgs). **Uma atualização de bases e conceitos**. 15° ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2021, p. 415-440.

COR-RIO. **Centro de Operações Rio**. Acesso em maio de 2024. Disponível em: < https://cor.rio/>. 2024.

CORTESE, T. T. P.; SOTTO, D.; AUMOND, J. J. Mudanças climáticas e planejamento urbano: cenários e desafios. J. Environ. **Manag. & Sust.** 12(2), e25704, 2023, p. 1-3. Curitiba, 2017.

CÔRTES, P. L.. **Chuvas no Rio Grande do Sul devastam o Estado, provocando mortes e o deslocamento de populações**. In.: JORNAL DA USP. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/chuvas-no-rio-grande-do-sul-devastam-o-estado-provocando-mortes-e-o-deslocamento-de-populacoes/>. Acesso em: 23/05/2024.

DAMERI, Renata Paola. Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. **International Journal of Computers & Technology**, v. 11, n. 5, p. 2544-2551, 2013.

DIVINO, S. B. S.; MAGALHÃES, R. A.. Cidades inteligentes sustentáveis: estratégias para implementação e efetivação. **Revista de Direito da Cidade**, 15(4), 1747–1771. 2024.

DUAN, J.; LIU, Y. J.; YANG, J.; TANG, C. J.; SHI, Z. H. Role of groundcover management in controlling soil erosion under extreme rainfall in citrus orchards of southern China. **Journal of Hydrology**, 582, 124290, 2020, p. 1-10.

EEKHOUT, J. P. C.; HUNINK, J. E.; TERINK, W.; VENTE, J. Why increased extreme precipitation under climate change negately affects water security. **Hydrology and Earth System Sciences**, 22, 2018, p. 5935-5946.

EEKHOUT, J. P. C.; VENTE, J. The implications of bias correction methods and climate model ensembles on soil erosion projections under climate change. **Earth Surface Process and Landforms**, 44, 2019, p. 1137– 1147.

FAPESP. **Sinais do próximo El Niño**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/

wp-content/uploads/2023/06/006-011_notas-329.pdf>. Acesso em 13/03/2024.

FAPESP. **Terra ardente:** Dados consolidados confirmam 2023 como o ano mais quente no planeta desde 1850. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2024/01/048-049_clima_336.pdf>. Acesso em 24/04/2024.

FERREIRA, A.M., MARCHEZINI, V., MENDES, T.S.G. A Systematic Review of Forensic Approaches to Disasters: Gaps and Challenges. **Int J Disaster Risk Sci**, 14, 722–735 (2023). https://doi.org/10.1007/s13753-023-00515-9.

FULLEN, M. A.; CATT, J. A. **Soil Management** – Problems and Solutions. Oxford, Oxford University Press, 2004.

GONÇALVES, C. Regiões, Cidades e Comunidades Resilientes: novos pincípios de desenvolvimento. **URBE** – Revista Brasileira de Gestão Urbana, vol. 9 (2), pp. 371-385.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. *In*: Guerra, A. J. T (Org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 13-42.

GUERRA, A. J. T., FULLEN, M. A., JORGE, M. C. O., BEZERRA, J. F. R., SHOKR, M. S. Slope processes, mass movement and soil erosion: A review. **Pedosphere**, 27 (1), 27–41. 2017.

GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; FULLEN, M. A.; MENDONÇA, J. K. S.; JORGE, M. C. O. The effects of biological geotextiles on gully stabilization in São Luís, Brazil. **Natural Hazards**, 75, 2015. doi 10.1007/s11069-014-1449-0

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, M. C. O.; BEZERRA, J. F. R.; SHOKR, M. S. Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review. **Pedosphere**, v. 27, p. 27-41, 2017.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; LOUREIRO, H. A. S.; GARRITANO, F. N. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. **William Morris Davis Revista de Geomorfologia**, v. 1, 2020, p. 75-117.

GUERRA, A. J. T.; LOUREIRO, H. A. S.. Cap. 1 - Erosão dos Solos e Movimentos de Massa em Áreas Serranas da Mata Atlântica, nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. In.:**Erosão em Áreas Tropicais**. Orgs. LOUREIRO, H. A. S.; GUERRA, A. J. T. Ed.: Interciência. 2023.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. *In* VITTE, A. C e Guerra, A. J. T (Orgs). **Reflexões sobre a Geografia física no Brasil**. 2°ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2007, p. 225-256.

GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. C. O. Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo - estudo de caso da voçoroca do Sacavém - São Luís - MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2023, v. 24, p. 1-20.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. *In*: Guerra, A. J. T; Silva, A. S; Botelho, R. G. M. (Orgs). **Erosão e Conservação dos solos** – Conceitos, Temas e Aplicações. 10° ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2015, p. 15-55.

IPCC, 2019: **Mudanças climáticas e terras:** um relatório especial do IPCC sobre mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres [PR Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, DC Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira , P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. Na imprensa.

IPCC, 2023: **O Relatório de Síntese do Sexto Relatório de Avaliação 2023**.

JIANG, C.; ZHANG, H.; ZHANG, Z.; Wang, D.; Model-based assessment soil loss by wind and water erosion in China's Loess Plateau: Dynamic change, conservation effectiveness, and strategies for sustainable restoration. **Global and Planetary Change**,172, 2019, p. 396-413.

JIANG, M.; LI, H.; ZHANG, W.; LIU, J.; ZHANG, Q.. Effects of climate change and grazing on the soil organic carbon stock of alpine wetlands on the Tibetan Plateau from 2000 to 2018. **CATENA**, Volume 238, 15 April 2024, 107870. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.107870

JORGE. M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e Movimentos de Massa – Recuperação de Áreas Degradadas com Técnicas de Bioengenharia e Prevenção de Acidentes. *In:* JORGE. M. C. O.; GUERRA, A. J. T (Orgs). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, p. 7–30.

KUIKKANIEMI, K.JACUCCI, G.; TURPEINEN, M.; HOGGAN, E.; MÜLLER, J. **From space to stage: how interactive screens will change urban life**. IEEE Computer Society, 2011.

LAL, R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Glob. Change Biol**. 24, 3285–3301 (2018).

LEE, J. H.; JULIEN, P. Y.; CHO, J.; LEE, S.; KIM, J.; KANG, W.. Rainfall erosivity variability over the United States associated with large-scale climate variations by El Niño/southern oscillation. **CATENA**, Volume 226, 1 June 2023, 107050. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107050.

LI, Z.; FANG, H. Impacts of climate change on water erosion: A review. **Earth-Science Reviews**, 163, 2016, p. 94-117.

LUI, M. L. C.; PETARNELLA, L. As cidades inteligentes e os desafios para a implantação da garantia da qualidade de serviços. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 39, p. 182-198, jan/mar. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9586>. Acesso em: 01/05/2024.

MARCELINO, S. F. S. et al. Processos erosivos urbanos e a qualidade dos corpos hídricos em Buriticupu, Maranhão. In: **Revista Geografia em Atos** (Geoatos online), v. 02, n. 09, p. 44-56, 2019.

MASROOR, M. D.; SAJJAD, H.; REHMAN, S.; SINGH, R.; RAHAMAN, M. H.; SAHANA, H.; AHMED, R.; AVTAR, R. Analysing the relationship between drought and

soil erosion using vegetation health index and RUSLE models in Godavari middle sub-basin, India. **Geoscience Frontiers**, v. 13, n. 2, 2022.

MORGAN, R. P. C **Soil Erosion and Conservation**. 3° ed. Inglaterra: Blackwell Publishing, 2005.

MORGAN, R. P. C. **Soil Erosion and Conservation**. England: Blackwell, 2005.

OHBA, M.; SUGIMOTO, S. Differences in climate change impacts between weather patterns: possible effects on spatial heterogeneous changes in future extreme rainfall. **Climate Dynamics**, 52, 2019, p. 4177–4191.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Environment Foresight, Brief**. Early Warning, Emerging Issues and Futures, Science Division. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Como Construir Cidades Mais Resilientes:** Um Guia para Gestores Públicos Locais. 102 pág. Nações Unidas: Genebra, 2012.

PEREIRA, L. S.; RODRIGUES, A. M.; JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T.; COLIN, A. B.; FULLEN, M. A.. Detrimental effects of tourist trails on soil system dynamics in Ubatuba Municipality, São Paulo State, Brazil. **Catena**, 216, 106431, Part A. 2022. https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106431

QUIQUEREZ, A.; BRENOT, J.; GARCIA, J. P.; PETIT, C. Soil degradation caused by a high-intensity rainfall event: Implications for medium-term soil sustainability in Burgundian vineyards. **Catena**, 73, 89–97. 2008. doi:10.1016/j.catena.2007.09.007

RIZZON, F., BERTELLI, J., MATTE, J., GRAEBIN, R. E., & MACKE, J. Smart city: um conceito em construção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, 2017.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R.G.M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015, p. 229 - 267

SAMORA-ARVELA, A.; FERRÃO, J.; FERREIRA, J.; OLIVEIRA, R.; PANAGOPOULOS, T.; VAZ, E. Infraestrutura verde e alterações climáticas: Um contributo para a mitigação e adaptação do território às alterações climáticas. XV Coloquio Ibérico de Geografía: Retos y Tendencias de la Geografía Ibérica. Murcia, Espanha, 2016, p. 376-380. **Anais**[...].

SANJEEWANI, H.K. N.; SAMARASINGHE, D. P.; DE COSTA, W. A. J.. Janendra M. De Costa. Influence of elevation and the associated variation of climate and vegetation on selected soil properties of tropical rainforests across a wide elevational gradient. **CATENA**, Volume 237, 30 March 2024, 107823. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.107823.

SANTOS, R. C. **Avaliação da erosão dos solos na bacia hidrográfica do rio Pequeno, Paraty – RJ**. 2017. Dissertação de Mestrado. PPGG UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, P. P.; Araújo, P. S. R. de. Sustainable urban actions in Salvador City, Bahia State, Brazil (2013-2016). **Research, Society and Development**, 9(8), e319984976. 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4976.

SILVA, C. G. T. **Vulnerabilidades e desastres:** reconstrução e resiliência. Departamento de geologia e geofísica marinha/Lagemar/UFF programa de pós-graduação em dinâmica dos oceanos e da terra, Niterói, Tese de Doutorado, 2018.

TOMINAGA, L.K. Inundações. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL R. do (orgs.). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015d. p. 25-38.

UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Making Cities Resilient 2030** (MCR20230). 2020. Acesso em maio de 2024. Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/who-we-are#strategic-objectives>.

UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Prevention Web:** Desastres de A a Z, 2022. Acesso em maio de 2024. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/news/disasters-z>.

UNISDR - CEPED PR. **Parcerias para a construção de cidades resilientes a desastres no estado do Paraná integrando setor público, academia e UNISDR**, pág. 1-388–416. 2010.

VASCONCELLOS, A. A. **Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana**. 1° ed. Curitiba: Editora Appris, 2015, 229p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **O Solo como Sistema**. 1° edição. Ed.: Curitiba, 2011.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses:** A guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 5)

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **J. Soil Water Conserv.**, 26:189-193, 1971.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM ANGOLA NO CONTEXTO DA GEOGRAFIA FÍSICA: ANÁLISE COMPARATIVA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO ATMOSFÉRICA DA CIDADE DO HUAMBO NOS ANOS BISSEXTOS E NÃO BISSEXTOS (2018-2024)

CLIMATE CHANGE IN ANGOLA IN THE CONTEXT OF PHYSICAL GEOGRAPHY: COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION INDEX OF THE CITY OF HUAMBO IN BISSEXTILE AND NON-BISSEXTILE YEARS (2018-2024)

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ANGOLA EN EL CONTEXTO DE LA GEOGRAFÍA FÍSICA: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA CIUDAD DE HUAMBO EN AÑOS BISEXTILES Y NO BISEXTILES (2018-2024)

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ANGOLA DANS LE CONTEXTE DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE: ANALYSE COMPARATIVE DE L'INDICE DE PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE LA VILLE DE HUAMBO EN ANNÉES BISSEXTILES ET NON BISSEXTILES (2018-2024)

Eugénio Calei Lucamba[1]
Domingos Fortunato Pascoal Félix da Silva[2]

1 ISCED-Huambo – Angola, CECS – Universidade do Minho – Portugal, Fundação para Ciência e a Tecnologia de Portugal (FCT). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1951-9024 - Ciencia ID: E31E-6C24-9392. E-mail: lucambacalei@gmail.com.
2 ISCED-Huambo – Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6957-6700. E-mail: dfortunatodasilva@gmail.com.

Introdução

O aquecimento global, provocada pela emissão de gases de efeito-estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade. Nos países industrializados o debate em torno da questão e as suas possíveis conseqüências é intenso. Infelizmente o debate tem sido caracterizado por uma forte carga ideológica. Simplificando, ocorre uma bipolarização em suas frontes antagônicas. Os da esquerda consideram que o possível efeito estufa é, sem dúvida, causado pela atividade industrial, fornecendo a estes uma ferramenta no combate ao capitalismo e globalização. Baseado nisto, estes exigem restrições às emissões de gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano, CFC, etc.) e, conseqüentemente, restrições às atividades industriais. Porém, este ponto de vista é também defendido pelos ONGs, Painel Inter-Governamental de Mudança Climática (IPCC) e a maioria dos governos. Por sua vez, a direita ignora o problema e defende o direito de continuar com as atividades industriais e suas emissões, de acordo com os seus próprios interesses e a mentalidade *laissez-faire*. O governo dos EUA está na frente deste linha, juntamente com a indústria de produção de combustíveis fósseis, que querem garantir a obtenção e consumo de energia barata a qualquer meio e custo, até militarmente (Klare, 2001; Eerola, 2003), globalizando também os problemas ambientais. Apesar desta bipolarização, deve se manter "os pés no chão e a cabeça nas nuvens".

A Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades colossais de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento.

Esta investigação trata da questão das mudanças climáticas em Angola no contexto da Geografia Física, analisando os indices de precipitações da cidade do Huambo nos anos bissextos e não bissextos (2018-2024). Tenta-se contribuir ao debate ao trazer à discussão alguns elementos que freqüentemente estão sendo esquecidos, como a perspectiva do tempo natural e mudanças globais do passado. Discute-se também as incertezas científicas relacionadas à questão. O capítulo, apresenta uma introdução, referencial teorico sobre as mudanças climáticas, procedimentos metodologicos, discussão dos resultados e considerações finais.

Referencial teórico sobre as mudanças climáticas e anos bissextos

O clima terrestre: variação e mudança

Inicialmente é preciso entender o que são efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas. Essas três expressões não são sinônimas, nem são intercambiáveis.

Efeito estufa se refere ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera – os chamados gases de efeito estufa (GEEs). Altas concentrações de GEEs fazem com que a temperatura global se eleve, mas também podem ter outros efeitos complexos, dependendo dos gases envolvidos. Os clorofluorcarbonos (CFCs), por exemplo, têm grande capacidade de gerar efeito estufa, mas também refletem a radiação solar, ajudando a resfriar o planeta.

De acordo com o IPCC (2014), por aquecimento global entende-se a elevação da temperatura média da Terra. Algumas de suas causas possíveis são o efeito estufa e o aumento da atividade solar. O aquecimento global pode gerar epidemias de doenças tropicais, afetar os padrões das chuvas e o equilíbrio entre as estações do ano. Dentre outros impactos, pode afetar o próprio clima da Terra.

Mudanças climáticas são justamente alterações no sistema climático terrestre, que podem advir do aquecimento global, de alterações na circulação oceânica ou de outros fatores (Juras, 2013). Cada um desses três elementos (efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas) pode ter diversas causas, e também pode ter diversas consequências. Mas apenas a seguinte cadeia de eventos interessa diretamente a este estudo: o efeito estufa leva ao aquecimento global que provoca as mudanças climáticas. As demais possibilidades causais são consideradas somente de forma secundária. Isso não significa que sejam desprezíveis; apenas não se incluem no escopo desta investigação.

O sistema climático da Terra é um conjunto altamente complexo. Ele é formado por cinco componentes (ou subsistemas) principais: a atmosfera (gases, partículas e vapor d'água), a hidrosfera (água superficial e subterrânea), a criosfera (parte gelada do planeta), a superfície terrestre (as terras emersas, com diferentes tipos de solo), e a biosfera (conjunto dos seres vivos terrestres e oceânicos). A dinâmica do clima terrestre é determinada por fenômenos que ocorrem entre esses cinco componentes, e dentro de cada um deles. Note-se que essa é uma concepção holística e organicista, portanto não atomística e não particularista, do sistema climático terrestre (IPCC, 2007, p. 35).

Todos os cinco componentes são extremamente complexos, constituindo cada qual um sistema particular (IPCC, 2007, p. 13-14; p.38). Eles também são profundamente interligados entre si. O funcionamento de cada um, bem como as relações entre eles, ocorrem por meio de fenômenos numerosos e intrincados, nem sempre compreendidos em sua totalidade.

Outro elemento fundamental para entender o clima é a radiação solar, que atinge a Terra na forma de luz e calor. Essa radiação aquece e coloca em movimento todo o sistema climático, funcionando como sua força motriz. O calor solar afeta os cinco subsistemas do sistema climático, e também as complexas conexões entre eles; seu papel de manutenção da vida na biosfera. A Terra intercepta a radiação solar, e uma parte dela é refletida de volta para o espaço pela atmosfera e pela superfície terrestres. O restante é absorvido pelos cinco componentes do sistema climático. A própria Terra também emite

alguma radiação para o espaço, e isso ajuda a compensar a radiação que ela recebe de fora, mantendo a temperatura do planeta dentro de determinados limites.

Quando há algum desequilíbrio entre a energia que entra e a energia que sai, alterações no sistema climático tornam-se esperadas. Enquanto os cinco subsistemas e a energia solar permanecem em equilíbrio, o sistema climático se mantém estável. Na verdade esses cinco fatores não são os únicos que afetam a temperatura terrestre, nem a temperatura terrestre é o único fator relevante para o clima global. Mas esse é o mecanismo básico que determina a temperatura e o clima da Terra – ou, pelo menos, é o mecanismo mais perceptível e significativo.

Vários outros fenômenos podem afetar o equilíbrio entre a radiação que entra e a que sai do globo, levando ao aquecimento ou ao resfriamento do sistema climático. Tais fenômenos podem ser naturais ou fruto das atividades humanas (fenômenos culturais ou antrópicos). Dentre eles destacam-se cinco, que serão descritos a seguir de forma sucinta: a atividade solar, alterações na órbita da Terra, a variação climática natural, aerossóis e o efeito estufa.

A atividade solar varia ao longo do tempo. Ela percorre um ciclo de onze anos, ao longo do qual a radiação emitida pelo Sol aumenta e diminui.

Com isso a radiação que chega à Terra também varia. E quando varia a entrada de energia, todo o balanço energético é afetado, levando ao aquecimento ou ao resfriamento do globo.

Alterações na órbita do planeta também interferem no clima. Por exemplo, a cada cem mil anos a trajetória da Terra ao redor do Sol varia entre circular e elíptica. Quando é circular o planeta se aquece de forma homogênea ao longo de uma volta, isto é, de um ano. Quando a trajetória é elíptica o aquecimento é desigual ao longo do ano, e a diferença entre as estações aumenta (Jinga; Ashley, 2019); nesse caso o sistema climático passa, ao longo de um ano, por um significativo resfriamento e um significativo aquecimento.

O clima terrestre também possui uma variação natural intrínseca. Isso se deve às propriedades dos cinco componentes do sistema climático, e às complexas interações entre eles. Essas propriedades e interações determinam que a estabilidade climática se dê através de um equilíbrio dinâmico, e não estático (Ferreira, 2017). A estabilidade do clima terrestre não se caracteriza pela ausência de transformações, mas por transformações regulares e cíclicas. Nesses ciclos naturais intrínsecos os componentes do sistema climático influenciam um ao outro, seguindo roteiros com um certo grau de previsibilidade. Quando o sistema climático se movimenta de acordo com esse equilíbrio dinâmico, a temperatura global pode se alterar para acompanhá-lo.

Os aerossóis atmosféricos são pequenas partículas que também podem afetar o clima da Terra. Alguns deles aumentam a capacidade de reflexão da atmosfera, diminuindo a quantidade de radiação solar que entra.

É o caso de gases como os CFCs. Outros aerossóis, expelidos nas erupções vulcânicas, absorvem a radiação solar, retendo uma quantidade maior de calor na atmosfera. Ao interferir na temperatura do globo os aerossóis afetam também o clima.

Um quinto fenômeno que altera a temperatura e o clima do globo é o efeito estufa, já mencionado. Os gases de efeito estufa permitem a entrada da radiação solar, mas dificultam a saída da radiação emitida pela Terra. A radiação terrestre é absorvida pela atmosfera, ou então reemitida para a superfície. Em outras palavras os GEEs geram uma defasagem entre a radiação que chega e a que sai, causando um acúmulo de calor no sistema climático.

Desses cinco fatores de alteração do clima, os três primeiros são naturais: a atividade solar, as alterações orbitais e a variação climática intrínseca. Os dois primeiros são externos ao sistema climático, enquanto o terceiro é interno. Nenhum dos três deve gerar alterações ao mesmo tempo significativas e inesperadas sobre o sistema climático – pelo menos até onde pode prever a ciência em seu estágio atual. Assim sendo é preciso trabalhar com a hipótese de que o comportamento natural desses três fatores deve se manter dentro dos padrões regulares que têm apresentado até agora, sem extrapolar o equilíbrio dinâmico que caracteriza a estabilidade climática. Enquanto as alterações climáticas advindas desses fatores estiverem dentro dessa faixa de normalidade, pode-se dizer que elas são esperadas e normais.

O mesmo se aplica aos outros dois fenômenos que afetam o clima: os aerossóis e o efeito estufa. No entanto estes dois possuem uma diferença específica em comparação aos três fenômenos do parágrafo anterior. Os aerossóis e o efeito estufa, além de terem causas naturais, também podem advir das atividades humanas (Moreira; Ramos, 2016).

A ação antrópica pode afetar o clima dentro dos limites normais das alterações climáticas naturais. Nesse caso os efeitos antrópicos podem reforçar ou podem amenizar as tendências naturais, sendo em todo caso ofuscados por elas. Mas a ação humana também pode gerar efeitos sobre o clima que transcendam essas alterações naturais. O homem pode ser uma importante causa de mudanças climáticas significativas, não naturais e anormais.

Para entender melhor as alterações climáticas é preciso distinguir de forma clara entre suas duas modalidades: as mudanças climáticas e as variações climáticas. A comunidade científica não possui fórmulas consensuais para conceituar essas duas categorias. Mesmo dentro do arcabouço da ONU diferentes instituições empregam de modo distinto essas duas expressões. É o caso da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) de um lado, e do IPCC de outro.

A visão do IPCC é diferente:

Mudança climática se refere a uma variação estatisticamente significativa nas condições médias do clima ou em sua variabilidade, que persiste por um longo período – geralmente décadas ou mais. Pode advir de processos naturais internos ou de forçamentos naturais externos, ou ainda de mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso do solo 12 (IPCC, 2014).

Para o IPCC (2007), as mudanças climáticas podem ser causadas pela atividade humana ou por fatores naturais. O que as caracteriza é a significância da alteração sofrida pelo sistema climático.

Este estudo busca conceitos claros de variação climática e, principalmente, de mudança climática. Neste sentido tanto Heubes (2013) quanto o IPCC (2007) trazem contribuições importantes. Porém os conceitos adotados por uma instituição não são imediatamente compatíveis com os adotados pela outra. Para a Convenção-Quadro a essência das mudanças climáticas está em sua gênese (humana, e não natural), enquanto para o Painel ela está em sua anormalidade (significância estatística e duração no tempo).

Essas duas concepções não são contraditórias ou excludentes; na verdade podem ser complementares. Este estudo propõe uma combinação dos principais componentes de cada uma, gerando um conceito novo, que consiga levar em conta um número maior de fatores. O ganho não ocorreria apenas pela maior abrangência do novo conceito, mas principalmente pela sua capacidade explicativa ampliada. Ao levar em consideração mais elementos, ele estaria melhor preparado para identificar e caracterizar as mudanças climáticas. A combinação das duas concepções é feita visando não o ecletismo, mas uma percepção teórica mais rica sobre a realidade empírica.

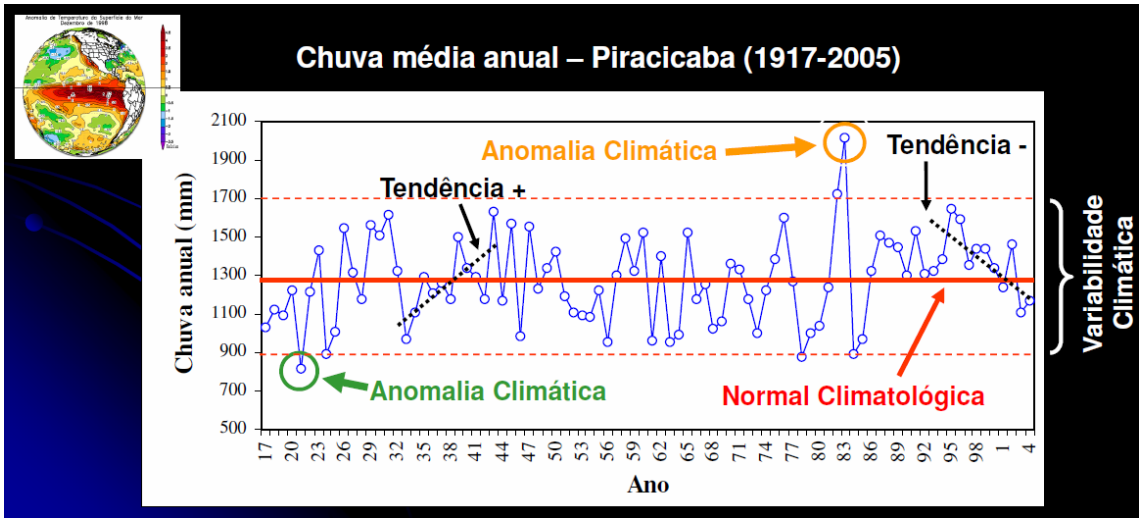
Com base nos conceitos da Heubes (2013) e do IPCC (2007), as alterações climáticas podem ser classificadas quanto à sua gênese e quanto ao seu grau de normalidade. Quanto à gênese elas podem ser naturais ou antrópicas, conforme sejam ou não derivadas da ação humana. Quanto ao grau de normalidade elas podem ser normais ou anormais. Alterações climáticas normais são aquelas cuja magnitude, duração e frequência estão dentro dos parâmetros estatísticos esperados. Alterações climáticas anormais são aquelas cuja magnitude, duração e/ou frequência constituem anomalias estatísticas.

A variação espacial e a flutuação temporal são características inerentes ao tempo e ao clima. A flutuação temporal é uma característica que deve ser discutida com maiores detalhes, pois o seu estudo nas mais diferentes escalas cronológicas permite compreender como era o clima terrestre no passado longínquo (paleoclima), no passado recente e como o é no presente, além de permitir, a partir de modelos, simular situações de clima no futuro. Para um melhor entendimento do estudo das flutuações climáticas, é necessário entender os conceitos de variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática. Ao se referir ao clima, deve-se lembrar que está se trabalhando com escalas de tempo de no mínimo 30 anos, podendo estas serem prolongadas à escalas tão grandes, como a de eras geológicas.

A combinação das escalas temporal e espacial dos fenômenos meteorológicos gera a variabilidade climática, que se refere às flutuações das condições meteorológicas e, por extensão, das condições climáticas em torno da média climatológica, como se observa na Figura 1 referente à precipitação pluvial anual do Planeta Terra desde 1917.

Observa-se na Figura 1 que é possível detectar, em um determinado período, valores crescentes (tendência crescente), como ocorreu com a chuva anual no mundo entre 1933 e 1943 ou decrescente (tendência decrescente), como foi observada de 1996 a 2005. As tendências, por ocorrerem em períodos curtos, não devem ser confundidas com mudanças do clima.

As variáveis meteorológicas em determinado período podem, eventualmente, sofrer uma flutuação grande de um elemento em uma série climatológica, ou seja, desvio acentuado do padrão observado de variabilidade, caracterizando uma anomalia climática. Esses eventos anômalos estão normalmente associados a uma fator causal, os quais podem ter várias origens. O mais comum atualmente são as anomalias associadas aos eventos El Niño e La Niña. Na Figura 1 observa-se duas anomalias de precipitação no mundo, uma de 812 mm em 1921 e outra de 2018 mm em 1983.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Variação da precipitação anual no mundo 1917-2005.

Já mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração estatística significativa da média de um elemento climatológico ou de sua variabilidade em períodos de tempo mais extensos, como décadas ou séculos.

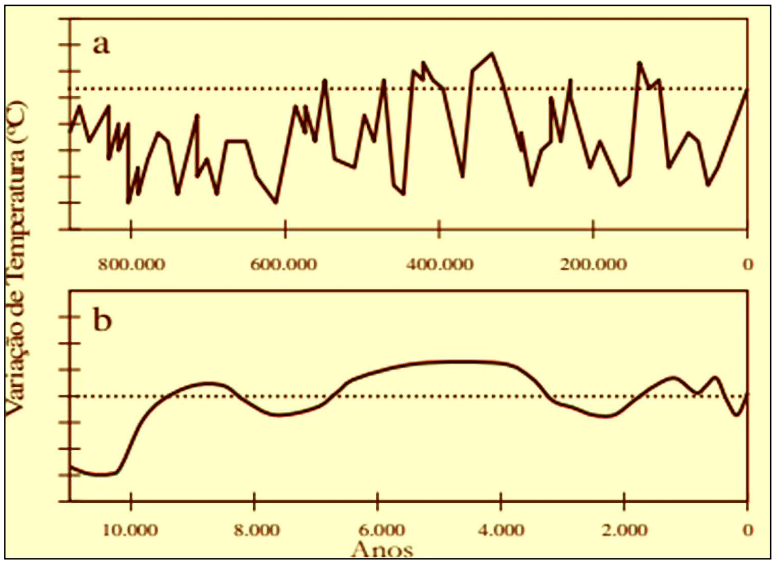
Deve-se ressaltar que não há uma distinção absoluta entre os termos variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática, pois dependendo da escala de tempo de estudo, certa flutuação que poderia ser considerada uma variabilidade numa escala de milênios, pode ser considerada uma mudança na escala de décadas ou séculos.

As Figuras 2 e 3 ajudam a entender isso, ao mesmo tempo que permitem uma visão da variação da temperatura global da Terra em várias escalas de tempo. As condições climáticas terrestres no passado podem ser inferidas por indicadores biológicos (fósseis) ou inorgânicos (minerais, sedimentos, paisagens trabalhadas por gelo), bem como por métodos físico-químicos (exemplo, razão isotópica O/O de carbonatos de sedimentos ou em esqueletos de fósseis), 1816 análise de anéis de crescimento de árvores.

Nessas figuras a variabilidade é dada em termos de Cº em relação à média da temperatura terrestre global no início do século XX. Na Figura 3 é possível verificar a tendência estimada por vários modelos climáticos da temperatura global da Terra nos últimos dois mil anos, sendo que a partir de 1860, observações diretas da temperatura da

superfície terrestre e a evolução das técnicas de observação permitiram uma estimativa mais confiável, mostrada na Figura 3.

Observa-se que ao longo das eras geológicas foram estimadas flutuações térmicas de até cerca de 5 ºC, na maioria do tempo com temperaturas abaixo das observadas atualmente, mas com períodos de o valores superiores em 1 ºC em relação aos atuais. Apesar das aproximações dos modelos de estimativa e o dos problemas de observação da temperatura da superfície de oceanos e continentes, que começaram a ser medidas sistematicamente nos últimos 150 anos, verifica-se que a Terra passou por um período quente na idade medieval e por um resfriamento relativamente intenso entre os séculos XVII e XVIII (pequena idade glacial). Embora a tendência natural esperada seja o aquecimento no período atual, é preocupante a intensidade desse aquecimento, principalmente a partir de 1980, a uma taxa que se supõe ultrapassar qualquer outra experimentada em milhões de ano.



Fonte: Intergovernamental Panel on Climate Change Report, 1990.

Figura 2. Variação estimada da temperatura global da Terra nos últimos 900.000 (a) e nos últimos 10.000 anos (b).

As causas da variabilidade do clima podem ser reunidas em três grandes grupos:

a) Terrestres

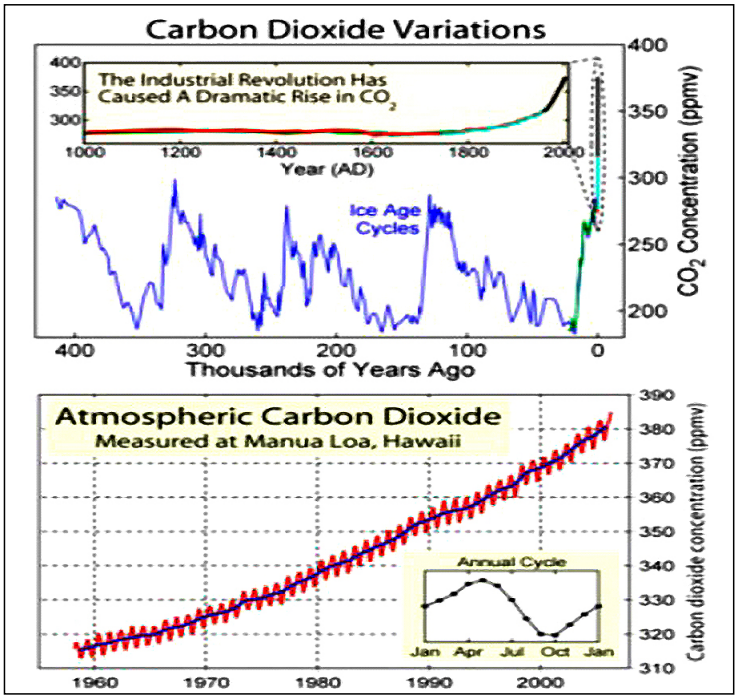
A modificação da composição atmosférica, principalmente dos gases de "efeito estufa" absorvedores de ondas eletromagnéticas longas emitidas pela Terra, por causas naturais ou antropogênicas, é considerado um grande fator de variabilidade climática. A ação antropogênica está presente pelas atividades industriais, queima de combustíveis fósseis, atividades agrícolas em vários aspectos (modificação do uso do solo, desmatamento, irrigação por inundação, etc.), A modificação da concentração dos gases de efeito estufa é considerada por muitos cientistas como um fator determinante de aquecimento global, com consequências sobre o clima, efeitos esses que podem durar séculos.

Para esses cientistas, o CO_2, por exemplo, seria um dos gases mais ponderáveis nesse caso, porque a variação da sua concentração na atmosfera tem sido muito grande ao longo do tempo, sendo que por ação antropogênica, os níveis atingidos nos últimos 250 anos não têm precedentes nos últimos 400.000 anos. Outros gases de efeito estufa absorvedores de ondas eletromagnéticas na banda acima de 3.000 nm são o metano (CH_4) o óxido nitroso (N_2O) e os clorofluorcarbonos (CFC). A modificação da concentração de ozônio, absorvedor na banda do ultra-violeta, também pode exercer efeito no balanço de energia radiante na Terra.

A Figura 3 apresenta a tendência de aquecimento acentuado da Terra no século XX, com sua aceleração maior a partir de 1980. Tem-se realçado a relação entre a aceleração do aquecimento e as ações humanas, principalmente as que contribuem para o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

As atividades humanas a partir da Revolução Industrial (meados do século XVIII) têm contribuído para alterar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e para modificar as condições de cobertura de superfície, que afetam o balanço de radiação na superfície.

Outra causa natural pode ser o vulcanismo, que libera cinzas e poluentes (sulfetos, por exemplo), afetando o balanço de energia, normalmente com tendência de resfriamento pela atenuação da radiação solar, o que não seria uma justificativa para o que vem ocorrendo em termos de aquecimento global.



Fonte: Global Warming, Wikipedia, 2007.

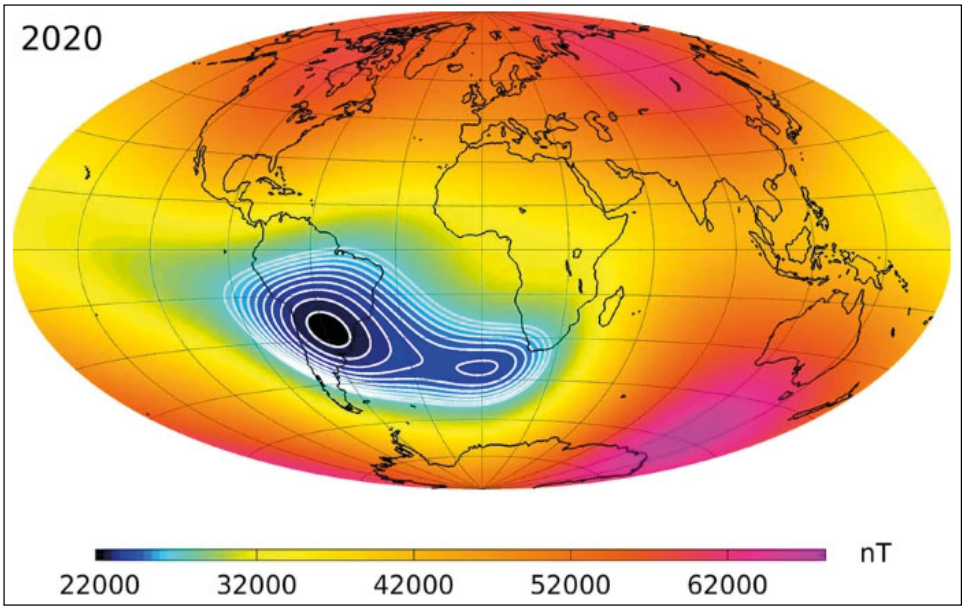
Figura 3. Variação estimada da concentração de CO_2 na atmosfera terrestre nas eras geológicas (superior) e nos últimos 50 anos (inferior). O quadro inserido na figura inferior refere-se às variações médias sazonais em um ciclo anual.

Outra causa de origem terrestre é a modificação dos tipos de nuvens formadas. Uma hipótese é que um aquecimento do planeta poderia originar nuvens mais espessas, com maior absorção e reflexão de ondas curtas, diminuindo a incidência de radiação na superfície e tendo ação de realimentação (*feedback*) negativa sobre o aquecimento global. Diz-se que há um efeito de realimentação porque uma conseqüência original do aquecimento, nesse caso o aumento da nebulosidade, contribuiria a seguir para um efeito também sobre o balanço de energia radiante.

A realimentação é positiva se reforça o efeito de aquecimento, ou negativa se contribui para o resfriamento. No caso das nuvens espessas, a realimentação é negativa porque elas contribuem para a diminuição da irradiância solar e, consequentemente, em certo grau, com um efeito contrário ao aquecimento.

No mesmo sentido, pode se falar na modificação das condições da cobertura da superfície terrestre, como por exemplo, o derretimento do gelo. O albedo (poder refletor ou refletividade da superfície para ondas curtas) da neve é bem maior do que o da água líquida, e o derretimento do gelo teria um efeito alimentador positivo sobre o aquecimento global, pela maior absorção de radiação pela superficie com água líquida. Modificações de origem antropogênica da superfície terrestre (desmatamento, urbanização, substituição de um tipo de cobertura por outra, etc) podem causar realimentação positiva ou negativa, dependendo do tipo de modificação.

Outra causa de modificação climática, que pode ser considerada em termos de eras geológicas, é a modificação da distribuição de continentes e oceanos. Cita-se, também, a modificação temporal do campo magnético da Terra (paleomagnetismo) como um possível causador de mudanças climáticas por afetar a localização dos pólos magnéticos do planeta (Figura 4).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Anomalia Magnética.

b) Astronômicas

O valor da inclinação (atualmente de 23º27') e da posição do eixo da Terra em relação ao plano da Eclíptica não é constante, mas varia lentamente, considerando-se que as variações extremas sejam da ordem de 1,3 ºC, negativo ou positivo, em relação à média de 23,3 ºC na escala de 1.000.000 de anos. Considera-se que essa variação seria muito maior se não houvesse o efeito gravitacional da presença da Lua. As variações da inclinação do eixo determinam modificações espaciais e temporais na irradiância solar da superfície terrestre, mais acentuadas quanto maior a latitude e poderiam contribuir para modificações climáticas em longas escalas de tempo.

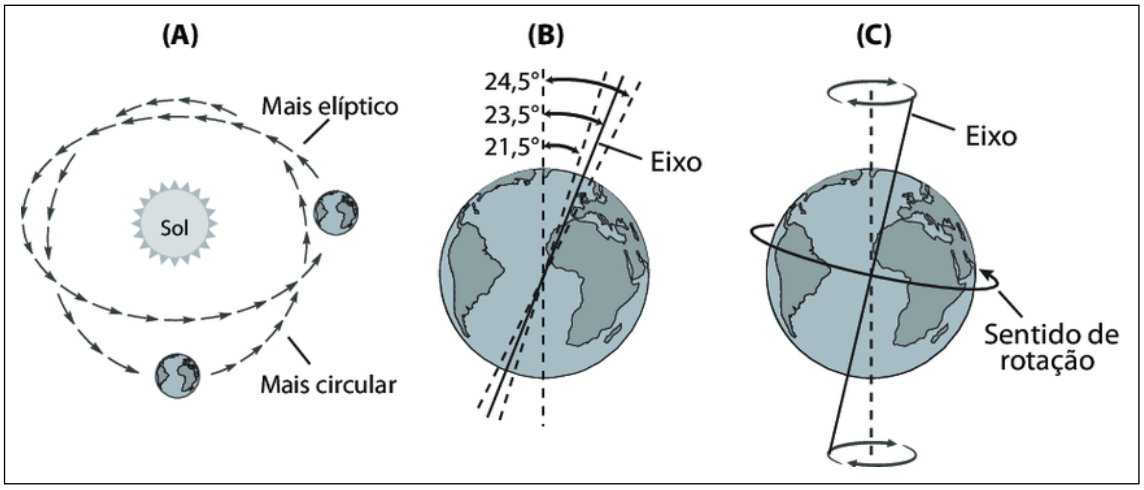


Figura 5. Variação do plano da órbita da Terra.

c) Extra-terrestres

Uma causa classificada nesse grupo é a variação da atividade do Sol, medida pelo número de manchas na sua superfície. Por registros do número de manchas desde o século XVI, é possível deduzir que do início das observações até aproximadamente 1700, o número delas foi muito pequeno, indicando uma diminuição da atividade solar, que aumentou entre 1700 e 1780, caindo novamente até cerca de 1820. Há cientistas que consideram essas variações como o fator determinante das mudanças climáticas, conforme discutir-se-á no item seguinte.

Mudanças climáticas do passado

Durante a história de 4,5 bilhões de anos do nosso planeta ocorreram várias mudanças climáticas radicais. Longos períodos de clima estável foram sucedidos por glaciações e estes, por sua vez, por efeito-estufas. Estes períodos quentes ocasionaram até desertificações de amplas áreas continentais. Estes eventos tem provocado também conseqüências biológicas. As mudanças climáticas tem extingüido muitas espécies e favorecido outras.

As camadas sedimentares revelam que a Terra já sofreu várias glaciações. A mais antiga destas foi há mais de dois bilhões de anos atrás e o mais intenso, por sua vez, parece ter congelado até as regiões equatoriais. O clima da Terra resfria o nosso planeta às vezes a um congelador, e outras vezes o transformando em uma sauna. A seguir, viajaremos no tempo para vermos como o clima da Terra variou no passado.

a) Glaciação Arqueana (há 2,7 bilhões de anos atrás)

As rochas mais antigas interpretadas como glaciais foram descobertas em formações com a idade de 2,7 bilhões de anos na África do Sul. Porém, nem todos os pesquisadores aceitam a sua origem glacial. Pelo menos não foram relacionadas às geleiras extensas.

b) Glaciações Paleoproterozóicas (há 2,3 bilhões de anos atrás)

Os vestígios mais antigos de um período de frio intenso são encontrados em rochas com a idade de 2,3 bilhões de anos na América do Norte, Finlândia e Rússia, que se situavam próximos uns dos outros. O período é conhecido como a Glaciação Huroniana.

c) Glaciações Neoproterozóicas: do "Planeta Bola-de-Neve" ao Efeito-Estufa Cambriano (há 1000 a 540 milhões de anos atrás)

A mais severa glaciação de toda a história evolutiva da Terra foi há 1000 a 550 milhões de anos atrás, no período conhecido como o Neoproterozóico. Nesta época ocorreram pelo menos quatro glaciações em regiões que hoje estão dispersos em continentes diferentes. A mais extensa destas foi a Glaciação Varangeriana. Esta foi o período mais frio que a Terra já experimentou durante a sua história. A Terra estava congelada até aos trópicos, formando o chamado "Planeta Bola-de-Neve" (Hoffman *et al.,* 1998). Somente algumas áreas oceânicas, com ilhotas e microcontinentes, estavam livres de geleiras na região do Equador (Hyde *et al.,* 2000). Segundo recentes simulações climáticas, nestas áreas predominava um clima tropical.

O nome da glaciação vem do *fjord* de Varanger no norte da Noruega, onde pela primeira vez foram encontrados sedimentos glaciais com a idade entre 650 a 600 milhões de anos. Apesar de a origem glacial das rochas deste lugar ser atualmente disputada, os vestígios desta glaciação são encontrados também na Antártida, África do Norte, China, Rússia, Suécia, Escócia, Svalbard, Namíbia, Argentina, Uruguai, Brasil, América do Norte e Austrália (Eerola, 2001). Isto significa que áreas muito extensas foram cobertas por geleiras. A presença desta glaciação no sul do Brasil está sendo pesquisada pelo autor (Eerola, 1995).

A mudança climática mais drástica do passado geológico conhecido ocorreu há 540 milhões de anos atrás, na transição do Neoproterozóico ao período Cambriano da era Paleozóica (Eerola, 2001). Durante as glaciações, os mares absorveram grandes quantidades de dióxido de carbono e os continentes estavam amalgamados, formando o supercontinente de Rodinia. No período Cambriano este supercontinente começou a fragmentar-se. Erupções vulcânicas e gases hidrotermais dos fundos oceânicos em expansão emitiram grandes quantidades de gases, como o dióxido de carbono. Em conseqüência deste fenômeno natural de efeito-estufa, a temperatura aumentou radicalmente e as

geleiras fundiram-se, elevando o nível dos mares. Novos mares rasos banhavam os litorais do supercontinente em fragmentação. O dióxido de carbono, que estava em solução na água do mar, precipitou-se em forma de carbonatos, formando rochas calcáreas nos mares rasos tropicais. A vida começou a irradiar nestes mares (Zhuravlev; Riding, 2001).

Os períodos de extremo frio das glaciações tinham causado grandes pressões ambientais às espécies marinhas. A mudança climática radical de um "refrigerador à sauna" ofereceu condições favoráveis a estas espécies. Ocorreu a radiação evolutiva do Cambriano (Zhuravlev; Riding, 2001). Os animais aprenderam a formar esqueletos e carapaças a partir de carbonato de cálcio – surgiram os vertebrados. Após disto, nada foi mais como antes. O mundo mudou de uma vez por todas. Mudanças climáticas radicais tem ocorrido várias vezes durante a história geológica, mas nunca com a mesma intensidade e importância.

d) Glaciações Paleozóicas (há 400 a 200 milhões de anos atrás)

Várias glaciações afetaram os continentes do hemisfério sul durante o Paleozóico. Em África e América do Sul, são encontrados vestígios de geleiras nos períodos Devoniano, Siluriano e Carbonífero (Almeida; Carneiro, 1995).

Durante esta era, a vida invadiu a terra firme e até o período Carbonífero, a evolução tinha produzido uma fauna e flora abundantes. No Carbonífero, ao começar a se formar o novo supercontinente Pangea, há 300 mihões de anos atrás, os países do atual hemisfério norte estavam na faixa equatorial e eram cobertas por vastas florestas formadores de carvão, enquanto os continentes do atual hemisfério sul estavam no Pólo Sul e cobertas por geleiras. Porém, logo após disto, a zonalidade climática foi reduzida e houve um aquecimento global, que perdurou durante todo o Mesozóico, contribuindo à evolução dos dinossauros. O Mesozóico, por sua vez, terminou com com a separação do Pangea, mudança climática, atividade vulcânica e a queda de um meteorito gigante no Golfo do México, que aniquilaram os dinossauros.

e) Glaciações Quaternárias (há 2,5 milhões de anos a 10.000 anos atrás)

Durante os dois últimos milhões de anos o clima da Terra tem variado drasticamente. As suas conseqüências foram glaciações, intermediadas por períodos interglaciais mais quentes, como o que estamos vivendo agora. Durante as glaciações, a Europa do Norte e grandes áreas da América do Norte estavam cobertas por espessas geleiras continentais. Neste sentido, as glaciações Quaternárias foram excepcionais, pois no passado ocorreram geleiras continentais somente nos continentes do hemisfério sul. A evolução do homem ocorreu durante estas mudanças climáticas e a distribuição das espécies foi fortemente influenciada por estas.

Origem dos anos bissextos

A história da descoberta e entendimento da duração do ano espraia-se desde as mais antigas civilizações. Na velha Babilónia o estudo da periodicidade dos fenómenos celestes permitiu a previsão da ocorrência futura dos mesmos. A sua relação com as colheitas abundantes sempre associadas às épocas mais propícias ao cultivo, controlaram a própria sobrevivência da humanidade, mais concentrada no hemisfério norte do planeta na zona temperada, que passou a depender da previsão astronómica das estações.

Por isso, o estudo do calendário, da sucessão das épocas agrícolas e o ciclo das estações foi uma tarefa crucial, que foi sendo aperfeiçoada ao longo de milénios. Esta ligação com uma actividade tão fundamental levou a humanidade a adoptar a definição de ano civil (trópico) como o intervalo de tempo entre dois inícios consecutivos da Primavera que, para facilitar, deve ocorrer sempre no mesma data do ano. O ano trópico real dura 365 5 48 45,2 ou seja 365,24219 dias.

Dos poucos calendários primitivos ocidentais dos quais se sabe a história, salientam-se o hebreu e o egípcio, com um ano civil de 360 dias, ordenados em 12 meses de 30 dias cada, que se adaptava bem às doze lunações completas que ocorrem num ano. Lunação é o intervalo de tempo entre duas conjunções sucessivas do Sol com a Lua (fase de Lua Nova) cujo valor médio é de 29,53 dias (mês sinódico ou lunar). Nessa altura os Egípcios dividiam ainda o ano em três estações: das cheias do Nilo, das sementeiras e a das colheitas (Richards, 1998).

Este ano era curto demais pois as estações iniciavam-se em datas que iam atrasando e percorrendo o ano lentamente. Já por volta do ano 5000 a.C. e após diversas reformas do seu calendário, os Egípcios estabeleceram um ano que se aproximava mais do ciclo das verdadeiras estações do ano, sendo fixado em 365 dias mas mantendo os 12 meses de 30 dias. Os 5 dias a mais formaram um grupo separado no final do ano. Os astrónomos Egípcios da Idade do Bronze foram medindo, através do nascimento da estrela Sírius (ou Sothis), que a data de início das estações continuava a ter atrasos e voltou a repetir-se após 1461 anos. Todavia, tinham passado apenas 1460 ciclos das estações. Isso demonstrava que o ano egípcio de 365 dias era ainda ligeiramente curto pois adiantou-se 1 ano (egípcio) em 1460 anos das estações (período sotíaco), ou seja, um avanço de 365 dias/1460 anos = 0,25 dias/ano = 6 horas/ano. Este avanço corresponde a 1 dia inteiro em 4 anos. Após tanto estudo e precisão os Egípcios não alteraram o seu calendário (infelizmente) e mantiveram este desfasamento cumulativo durante o milénio seguinte.

A civilização Romana primeva tem um calendário de apenas 304 dias divididos em 10 meses, que não corresponde a qualquer período astronómico. Esta harmonização só é realizada por Rómulo (um dos fundadores de Roma, 753 a.C.) e depois reformulada por Numa Pompílio (713 a.C.) que o aproxima do calendário lunar Grego (de 354 dias) mas usa 7 meses de 29 dias, 4 meses de 31 dias e Fevereiro com 27 dias (todos ímpares) (Manuel, 1992).

Quando Júlio César assume o poder em Roma (ano 58 a.C.) o desfasamento do calendário com as estações era tal que pede ao astrónomo Sosígenes, da escola de Alexandria (Egipto), que proponha uma solução para o problema. Sosígenes determinou que o desfasamento já era de 67 dias, o que levou Júlio César a introduzir 2 meses extra naqueleano (708 de Roma ou 46 a.C.), criando-se pontualmente o maior ano da história da humanidade com 445 dias, que ficou conhecido por Ano da Confusão.

Foi assim preciso alterar o ano de 354 para 365 dias introduzindo +11 dias. Além disso, Sosígenes estava a par do problema dos 1460 anos decorridos entre os anos 2783 a.C. e 1323 a.C. e o avanço de 1 dia em cada 4 anos, determinado pelo astrónomos egípcios e induzido pelo ano com a duração de 365 dias. Deste modo, o ano seguinte (45 a.C.) marca o início do novo Calendário Solar Juliano, definido por um ciclo de 4 anos (solares) que se repete indefinidamente: 3 anos (comuns) consecutivos de 365 dias e o quarto ano de 366 dias. Por isso, o ano juliano médio tem 365,25 dias.

Júlio César decreta ainda que os meses podiam ter um número par de dias (contra a superstição romana que os considerava dias de azar) para absorver os 11 novos dias na duração do ano. Isto leva a termos 4 meses de 30 dias, 7 meses de 31 dias e Fevereiro com 28 dias, excepto no quarto ano onde passa a ter 29 dias. São também os nomes romanos desta altura que herdámos na designação dos meses.

Para além do ano solar os romanos mantiveram o calendário lunar paralelo, por causa das actividades associadas às feiras e mercados públicos normalmente realizados em lua cheia, altura dos camponeses se dirigirem às povoações e cidades. Por definição, o mês lunar começa com o dia da Lua Nova que é designado por calenda (raiz da palavra calendário). Da reforma de Pompílio tinha-se que o ano lunar mais próximo do ano solar contém 12 meses lunares de 29,53 dias, o seja os 354 dias. A diferença em falta de 11 dias para o ano solar acumulava-se sempre e, por isso, os romanos introduziam de 2 em 2 anos (em média) um mês lunar extra de apenas 22 (ou 23) dias para corrigir o desfasamento (que acumulava ainda um resíduo por excesso), designado por Mercedonius, que aparecia intercalado entre os dias 23 e 24 de Februaris.

Esta tradição levou a que o dia extra de Fevereiro a cada 4 anos, fosse na prática introduzido entre os dias 23 e 24, também. Ora, segundo a tradição romana a contagem dos dias era regressiva em relação aos dias importantes (associados às fases da Lua) e o dia 23 de Fevereiro era designado por "6º dia antes das calendas de Março". O dia extra introduzido passou a ser popularmente designado como uma repetição do dia 23 ou "segundo dia 6º antes das calendas de Março", isto é, o dia bissexto. A designação perdurou e o próprio quarto ano do ciclo passou a ser designado por Ano Bissexto.

A regra de Sosígenes dos anos bissextos foi mal interpretada e a sua aplicação foi feita de 3 em 3 anos durante 36 anos, gerando um desfasamento só corrigido por César Augusto e terminado já no início da Era Cristã, em 4 d.C. que foi bissexto. Esta data associada ao ciclo de 4 anos é a razão para definirmos que todos os anos múltiplos de 4 são bissextos.

A aplicação do novo calendário espalhou-se por todo o império romano e séculos mais tarde, o excesso que é gerado pelo dia bissexto criou um novo desfasamento mensurável. Note-se que o calendário Juliano, cujo ano dura 365 6 exactas, tem uma diferença por excesso de 11 14,8 em relação à duração do ano trópico, que origina um adiantando sistemático na data do início das estações.

Isto reflectiu-se no cálculo do dia da Páscoa. Este dia foi definido no Concílio de Niceia em 325 d.C. como o primeiro Domingo que ocorresse no ou após o Equinócio Vernal de 21 de Março. Em 1570's havia um problema real pois o equinócio já ocorria a 11 de Março, e nos Concílios de S. João de Latrão em 1515 e Trento em 1563 não se tinha conseguido resolver o problema. O Papa Gregório XIII forma em 1576 uma comissão dos melhores astrónomos onde o jesuíta Christoph Clavius, que estudou em Coimbra com Pedro Nunes, tem um papel fundamental. A comissão escolheu o projecto de reforma de Luís Lílio que propõe a seguinte correcção: o excesso de 10 dias em 1255 anos decorridos mostra que o calendário Juliano introduz 1 dia a mais a cada 126 anos (na realidade a cada 128,04 anos); Logo, ao fim de 3x126 anos = 378 anos (quase 400 anos) estarão 3 dias contados a mais, que devem ser removidos. Além disso haveria que corrigir o desfasamento da data do Equinócio.

Gregório XIII decreta na bula Inter Gravíssimas de 1582 que nesse ano, à quarta-feira 4 de Outubro seguir-se-á a quinta-feira 15 de Outubro, corrigindo os 11 dias necessários para repor o Equinócio a 21 de Março. Uma nova regra, mais exacta e suficientemente simples para uso civil, decide que em cada ciclo de 4 séculos serão retirados 3 dias, estipulando que são retirados aos 3 primeiros anos centenários que passam a não ser bissextos.

Este é o Calendário Gregoriano que ainda hoje usamos:

- O ano comum tem a duração de 365 dias;
- Todos os anos múltiplos de 4 são bissextos, com 366 dias;
- Os anos centenários não são bissextos excepto se forem múltiplos de 400.

Por isso o ano 2000 foi bissexto e 2400 também será.

A duração média do Ano Gregoriano é de 365,24250 dias, que é ligeiramente maior do que o Ano Trópico de 365,24219 dias, tendo em excesso 0,124 dias em cada 4 séculos. Por isso, a hora do Equinócio Vernal a 21 de Março tem vindo a regredir paulatinamente e passarão 3224 anos (a partir de 1582 d.C.) para se acumular 1 dia inteiro (e ser a 20 de Março). Em consequência, o Anno Domini 4806 deixará de ser bissexto para se repor o Equinócio Vernal a 21 de Março. Em alternativa e dada a proximidade, far-se-á a excepção no ano de 4800 que não será bissexto.

Materiais e Métodos

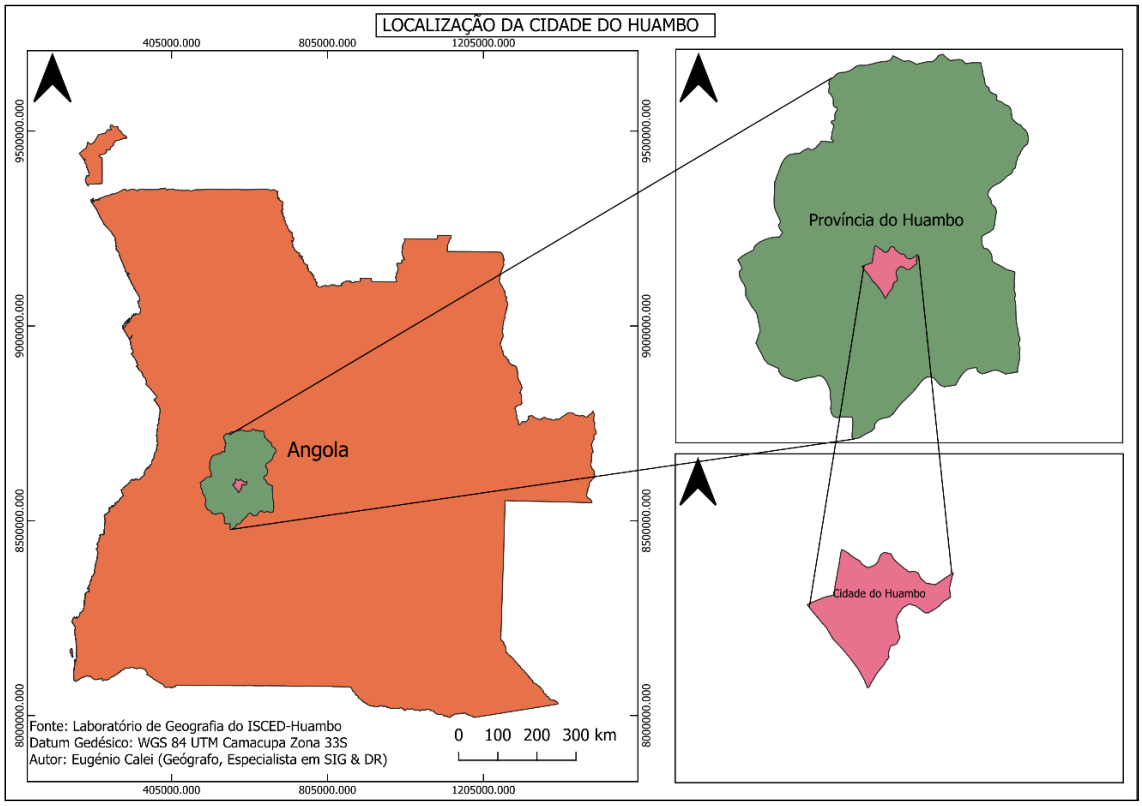
Para a realização do presente trabalho foi aplicada uma pesquisa bibliográfica criteriosa de artigos, livros, dissertações, teses e jornais que tratam sobre as mudanças climáticas climáticas no contexto da Geografia Física e os anos bissextos e não bissextos. Foi aplicada uma investigação do tipo documental (secundaria) e de campo, uma vez que estas permitem ao pesquisador, consultar dados já estudados sobre o assunto, bem como analisar dados colhidos no campo, especificamente nas estações meteorológicas.

Foram utilizados dados de precipitação anuais do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INAMET) bem como dados da estação meteorologica instalada no Instituto Superior de Ciências de Educação do Huambo-Angola, estando localizada nas coordenadas geográficas 12°46'28.96" de latitude sul e 15°44'59.03" de longitude oeste de Greenwich, possuindo uma altitude de 1701 metros acima do nível do mar.

Os dados obtidos foram posteriormente organizados e tratados em planilhas utilizando o software Microsoft Office Excel. Para realização dos cálculos de caracterização da estação chuvosa e de cálculos via aplicação de testes estatísticos – paramétricos e não-paramétricos – utilizou-se o mesmo software, objetivando a identificação dos meses correspondente a estação chuvosa e estação seca, gerando assim os gráficos para a sua analise.

Localização da Área de Estudo

O Huambo é uma cidade e município de Angola, a capital da província do Huambo, situada no centro de Angola (Figura 5), e é limitado aproximadamente pelos paralelos 11º30´ de latitude Sul e pelos meridianos 15º e 16º30´ de longitude Este de Greenwich.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Área de Estudo

Segundo os dados do censo demográfico, apresentados pelo Instituto Nacional de Estatística, a cidade do Huambo contava em 2014 com uma população de 815.685 habitantes e uma área territorial de 2.609 km², com uma altitude de 1.775m, sendo o mais populoso município da província, da região central de Angola e o sétimo mais populoso do país. Capital de um dos grandes reinos pré-coloniais da região central angolana, teve a designação oficial de "Nova Lisboa" entre 1928 e 1975, quando rivalizava com Luanda pelo predomínio económico regional.

O município é limitado a norte pelo município do Bailundo, a leste pelo município de Chicala-Choloanga, a sul pelo município do Chipindo, e a oeste pelos municípios de Caála e Ecunha.

O município do Huambo é constituído pela comuna do Huambo (equivalente à própria cidade), e pelas comunas de Chipipa e Calima. O município é irrigado pelas águas do rio Cunene, e dos rios Culimahãla, Cuvo-Queve, Calongue, Cuando-Cunene e Chanhêua, encontrando-se aqui as cabeceiras deste último. Ao sul do território municipal há o represamento das águas do Cunene para formar a Central Hidroelétrica do Gove, muito embora a usina geradora fique no município vizinho de Cuima. A única central hidroelétrica totalmente em território municipal é de Cruzeiro, que represa o rio Cuando-Cunene (ou Quando).

Discussão dos Resultados

Os meios de subsistência nos países menos desenvolvidos de África dependem de um clima que não só é altamente variável e pouco fiável a curto prazo, mas que também se espera que mude a longo prazo. A concretização dos objectivos de desenvolvimento só será possível se Angola estiver melhor equipada para gerir os impactos da variabilidade climática natural e das alterações climáticas induzidas pelo homem. A gestão eficaz das mudanças e das alterações climáticas exige que a informação climática seja utilizada de forma eficaz no planeamento e que o risco climático seja incorporado rotineiramente nas decisões de desenvolvimento em áreas como o desenvolvimento agrícola, o planeamento urbano e a gestão de catástrofes.

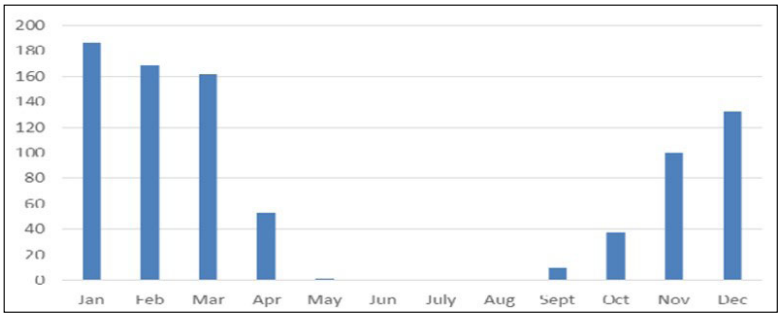
Os estudos sobre as mudanças climáticas reais em todo o mundo e sobre a variabilidade climática baseiam-se em observações passadas e requerem um estudo mais profundo e registos mais longos do que o exame das condições médias, o que pode não ser o factor mais importante no planeamento do desenvolvimento.

Assim, os dados climáticos históricos são importantes para colocar as observações actuais num contexto histórico. São também utilizados na avaliação dos riscos de base relacionados com o clima, na modelização climática, na melhoria das previsões e na calibração dos sistemas de observação.

No Gráfico 1 pode-se observar o comportamento dos valores horários de precipitação, compreendidos o ano não bissextos de 2018 durante a estação chuvosa. Através desta figura é possível confirmar a alguma diminuição de precipitação durante o periodo de Setembro-Dezembro, apresentando valores em tornos de 70 mm e um aumento regular de Janeiro à Abril.

Através de uma breve análise é possível verificar que Setembro, Outubro e Abril foram meses em que se registaram poucas precipitações, situando em torno de 30 mm. Já o dia onde o total de precipitação acumulada foi maior, nos meses de Janeiro, Fevereiro e Maio.

Grafico 1. Média Anual de precipação (mm) em 2018.

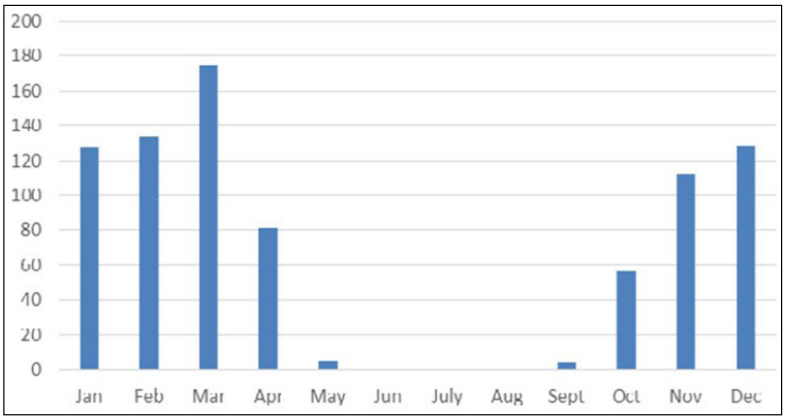


Fonte: INAMET (2024).

No ano de 2019, tendo em conta a linha de tendência que acompanha o aumento ou decréscimo dos totais de precipitação, pode observar-se uma tendência de diminuição no referido ano não bissexto.

O Grafico 2 ilustra claramente que os meses compreendido entre Setembro-Dezembro, continuaram a registar níveis baixos de precipitações com valores em tornos de 30-40 mm. Houve também uma diminuição brusca nos de Janeiro, Fevereiro e Abril, Março correspondeu ao mes mais chuvoso do referido ano.

Grafico 2. Média Anual de precipação (mm) em 2019.

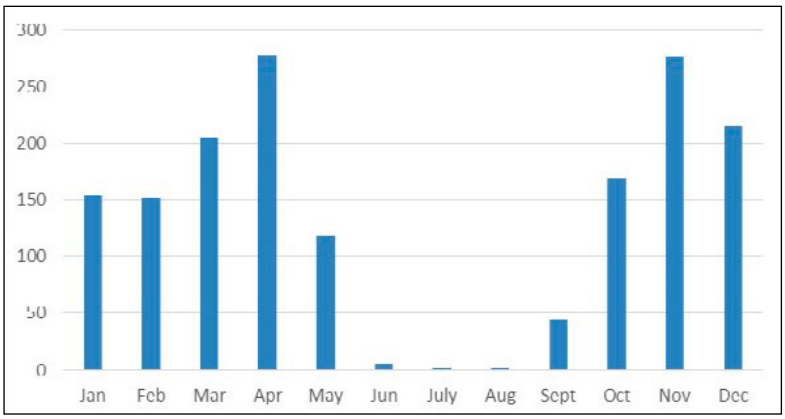


Fonte: INAMET (2024).

Observando o Gráfico 3 de precipitações referente ao ano 2020, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve claramente um aumento das quedas pluviometricas, com valores em torno de 80-270 mm. Respetivamente, os mes de Abril, foi o que aprsentou maior indice de precipitação, comparativamente ao ano anterior.

Pode-se considerar o 2020, como sendo um ano bissexto e olhando para os dados de precipitações, foi um ano considerado extremamente chuvoso, o que explica uma tendencia do aumento pluvimetrico nos referidos anos.

Grafico 3. Média Anual de precipação (mm) em 2020.

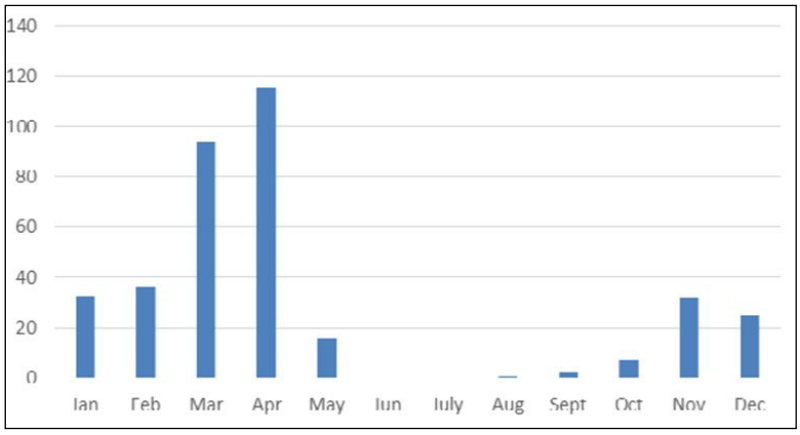


Fonte: INAMET (2024).

Dois anos diferentes podem ter totais anuais de chuva semelhantes, porém com distribuição distintas. No primeiro, a chuva acumulado ficou bem distribuída entre os meses, os dias; no segundo, o primeiro semestre pode ter sido seco e totais elevados de chuva serem registrados no segundo período.

Analisando o Gráfico 4 pode-se verificar que durante o ano de 2021 houve uma estiagem foram do comum dos ultimos 3 anos. Verifica-se claramente que ocorreu menos precipitação na estação chuvosa, com uma média anual de entre 100 e 120 mm. No periodo de Setembro-Dezembro praticamente não ocorreram chuvas regulares o que por sua vez atrasou o inicio da epoca agricola referente ao ano 2021-2022. Comparativamente ao ano anterior, o 2021 foi um ano não bissexto e claramente houve uma tendencia drástica de decréscimo dos indices de precipitações.

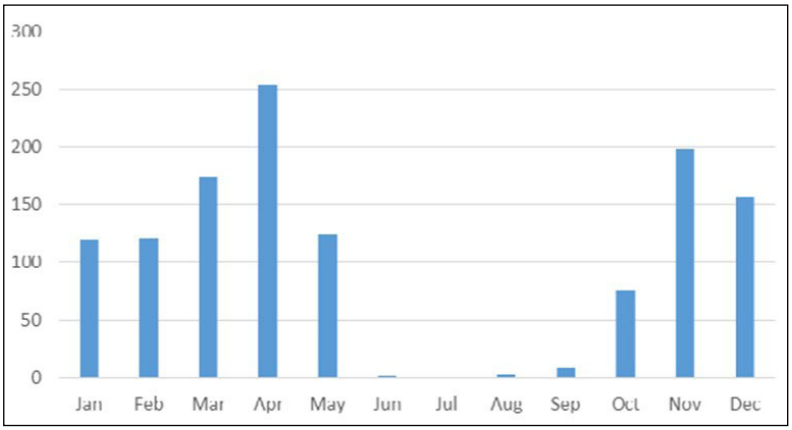
Grafico 4. Média Anual de precipação (mm) em 2021.



Fonte: INAMET (2024).

Observando o Gráfico 5 de precipitações referente ao ano não bissexto de 2022, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve claramente um aumento significativo das quedas pluviometricas comparativamente ao ano de 2021, com valores em torno de 70-100 mm. Cuntudo, os niveis de precipitação continuaram baixos, se compararmos ano de 2020, por exemplo, o periodo de Janeiro-Abril houve um decrescimo com valores máximos em Março, já o periodo de Setembro-Dezembro, os valores aumentaram, situando em torno de 40-70 mm.

Grafico 5. Média Anual de precipação (mm) em 2022.

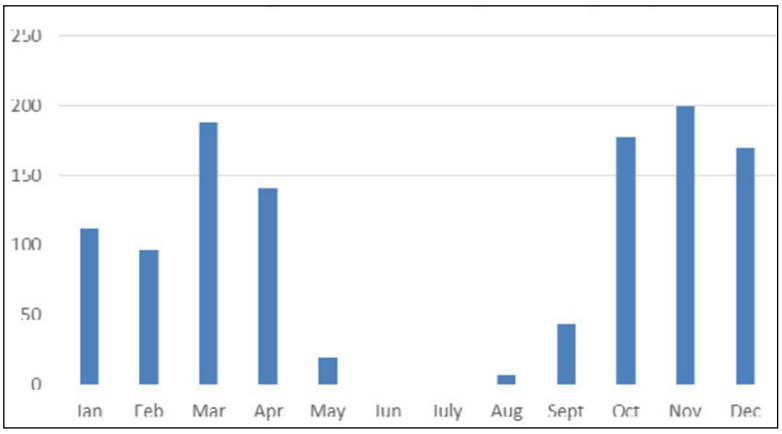


Fonte: INAMET (2024).

Neste ano, na cidade do Huambo, não houve registro de extremos devido ao predomínio de precipitações inferiores a 250mm. Tais resultados mostram que em um mesmo ano podem haver períodos mais secos e mais chuvosos, sendo que a distribuição destas chuvas e a ocorrência de eventos extremos, mesmo isolados, são determinantes aos efeitos que podem causar.

Observando o Gráfico 6 de precipitações referente ao ano 2023, ao longo do período considerado anteriormente isto é Setembro-Dezembro, verifica-se que houve um aumento significativo das quedas pluviometricas, com valores em torno de 80-180 mm. Contudo, no periodo de Janeiro-Abril, foi o que aprsentou menor indice de precipitação, comparativamente ao ano anterior, o mes de Março foi que registou maior precipitação.

Grafico 6. Média Anual de precipação (mm) em 2023.

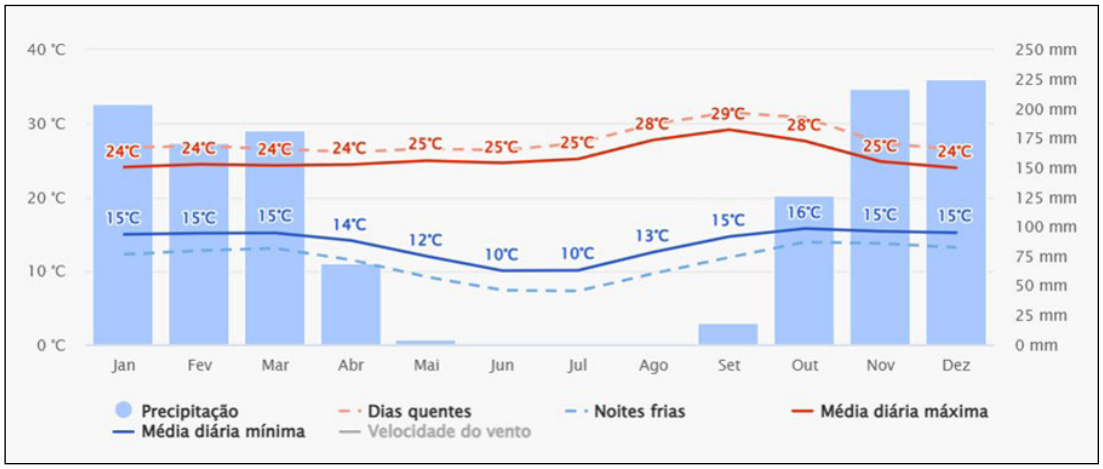


Fonte: INAMET (2024).

A análise de frequência nos gráficos, permite observar uma correspondência entre anos bissextos (2020) como extremos de chuva e os anos não bissextos (2018, 2019, 2021, 2022 e 2023) como média precipitação. Neste caso, cabe ressaltar que inundações podem ocorrer em função da alta frequência de chuva (acumulando volume anual), como também de eventos extremos isolados, que podem contribuir para um volume anual alto.

O Gráfico 7 do ano bissexto de 2024, especificamente nos meses de Outubro-Novembro, verificou-se um aumento extremo do indice de precipitação na cidade do Huambo, tendencia que, continuou nos meses de Janeiro e Fevereiro.

Grafico 7. Média Anual de precipação (mm) em 2023.



Fonte: INAMET (2025).

A "máxima diária média" (linha vermelha contínua) mostra a média da temperatura máxima de um dia para cada mês para a cidade do Huambo. Da mesma forma, "mínima diária média" (linha azul contínua) mostra a média da temperatura mínima. Os dias quentes e noites frias (linhas vermelhas e azuis tracejadas) mostram a média do dia mais quente e da noite mais fria de cada mês nos últimos 30 anos.

O gráfico da precipitação é útil para planear efeitos sazonais, tais como a estação de chuvas na África. As Precipitações mensais neste ano bissexto, estão acima de 200 milímetros, com uma tendência de aumento nos meses de Março-Abril. A quantidade de precipitação simulada em regiões tropicais e terrenos complexos tendem a ser menores do que as medições locais.

Comparadas de modo separado, as atividades humanas podem ser considerados como desprezíveis dentro de uma perspectiva global e de tempo geográfico (natural), mas a acção conjunta destas, juntamente com outros agentes atmosféricos, podem ser significantes (Elik *et al.*, 2013). Os processos naturais são lentos, ao serem comparados com a influência do homem. Apesar de a influência humana ocorrer dentro de um período de tempo natural relativamente curto, o seu efeito acumulado e "repentino" pode ser mais forte do que o de agentes naturais, mais lentos.

Diante das incertezas apresentadas, não sabemos ao certo se o aquecimento global é provocado por homem, ou se estamos vivendo em um período de aumento de precipitações natural de um período interglacial. Estas incertezas podem ser, por si só, consideradas como ameaças por décadas (Eerola, 2003). Ao se iniciar, uma mudança climática é difícil de ser impedida ou interrompida. A transição a um período de efeito-estufa pode ocorrer

de repente e não aos poucos. As conseqüências disto ao homem e ao meio ambiente podem ser catastróficas.

Considerações Finais

A alteração da atmosfera e do meio ambiente por um agente pode alterar a totalidade de modo surpreendente, ou seja, mesmo um único agente pode provocar conseqüências imprevisíveis e indesejadas de efeito retardado e de longo prazo. Infelizmente temos aprendido muitas vezes a conhecer os efeitos colaterais de certos fenômenos justamente quando estes resultaram em conseqüências danosas, ou até em catástrofes. Não sabemos ao certo o que vai acontecer. Tudo influencia tudo e a teoria do caos pode também ser válida na questão das mudanças climáticas. Apesar de as nossas emissões de gases de efeito estufa possam ser consideradas insignificantes na escala do planeta, somos, mesmo assim, um agente geológico.

Dessa forma, estes resultados podem contribuir na prevenção a desastres naturais, eventos recorrentes nas áreas urbanas da região em períodos chuvosos e/ou de extremos de chuva, especialmente as mais vulneráveis, assim como seus efeitos para a economia da região, especialmente na agricultura, ano em que o excesso de chuvas afetou a agricultura catarinense, com quedas no rendimento e perda de qualidade da produção.

Os dados apresnetados podem ajudar na tomada de decisões, relativamente no planeamento do ano agricola em função dos anos bissextos e não bissextos, aumentando a quantidade de investimentos no sector, tendo em conta o indice de precipitações que vai se prever nos referidos anos.

A nossa evolução também foi influenciada pelas mudanças climáticas. Esta ocorreu durante a alternância de períodos glaciais e interglaciais. Enquanto aguardamos por uma nova glaciação, chegou ao homem o tempo de tentar usar a sua inteligência, gerada e moldada pelos processos biológicos e geológicos e tentar atuar de modo a reduzir a possibilidade da influência antrópica e dos seus efeitos com as suas própias ações. Estas ações são as reduções no consumo de combustíveis fósseis, pesquisa de fontes energéticas alternativas, pesquisa interdisciplinar de mudanças climáticas, reciclagem e maior respeito ao meio ambiente. Isto depende de todos nós, incluindo os geógrafos.

Referências

ALMEIDA, F.F.M. de; Carneiro, C.D.R. Geleiras no Brasil. **Ciência Hoje** 19 (112): 24-31. Beck, U. 1992. The risk society. Towards a new modernity. London: Sage.

BRACCINI, B. Z. **O Poder Público e as mudanças climáticas:** breve avaliação sobre a estrutura e os instrumentos adotados. 2010. Brasil. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/mudancasclimati- cas>. Acesso em: 13 jun. 2024.

EEROLA, T. From ophiolites to glaciers? Review on geology of the Neoproterozoic-Cambrian Lavras do Sul region, southern Brazil, 1995. In: Autio, S. (ed.) Geological Survey of Finland Current Research 1993-1994. **Geological Survey of Finland**, Special Paper 20: 5-16.

EEROLA, T. Climate changes at the Neoproterozoic-Cambrian transition. In: Zhuravlev, and Riding, R. (Eds.) **The Ecology of the Cambrian Radiation**. Columbia University Press, New York, 2001, pp. 90-106.

EEROLA, T. Let it burn? More emissions for the debate on climate change (em finlandês, com sumário em inglês). **Geologi** 4-5, 124-127. 2003.

ELIK.; PITZ, J. W.; NEVES, L. de O.; HAVEROTH, R; E. C. de OLIVEIRA. Análise da distribuição da frequência de precipitação em diferentes intervalos de classes para rio do sul/sc. **enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16, p.106, 2013.

Ferreira, P. M. **Alterações climáticas e Desenvolvimento**. 2017. Lisboa: FEC - Fundação Fé e Cooperação e IMVF - Instituto Marquês de Valle Flôr Esta.

HEUBES, J.; SCHMIDT, M. STUCH, B.; GARCÍA MÁRQUEZ, J. R.; WITTIG, R., ZIZKA, G.; HAHN, K. . The projected impact of climate and land use change on plant diversity: Anexample from West Africa. **Journal of Arid Environments**, 96, 48–54. 2013. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.04.008.

HOFFMAN, P.F.; KAUFMAN, A.J.; HALVERSON, G.P.; SCHRAG, D.P. A Neoproterozoic snow-ball Earth. **Science**, v. 281, 1998 pp. 1342-1346.

HYDE, W.T.; CROWLEY, T.J.; BAUM, S.K.; PELTIER, W.R. Neoproterozoic "snowball Earth" simulations with acoupled climate/ice-sheet model. **Nature**, v. 405, pp. 425-429, 2000.

KLARE, M.T. **Resource Wars** – The new landscape of global conflict. New York: Metropolitan Books, 461 p. 2001.

JINGA, P.; ASHLEY, M. V. Climate change threatens some miombo tree species of sub-Saharan Africa. **Flora**, 257(February), 151421. https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151421, 2019.

JURAS, I. A. G. M. **Mudança do clima:** principais conclusões do 5° Relatório do IPCC. Brasília: Câmara dos Deputados/Consultoria Legislativa, 2013. Disponível em: <http://www2.camara. leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2013_24881.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

INAMET. **Dados Meteorologicos da Província do Huambo.** 2024.

IPCC: **Climate Change 2007**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014: **Sumário para os tomadores de decisão do Quinto relatório de avaliação**.

Traduzido por Iniciativa Verde, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.iniciativaverde.org.br//lib/php/download.ph p?cfg=1&arq=produtos/37_2015_05_04_relatorio_ipcc_portugues.pdf&mde=ProdItem&cod=37>. Acesso em: 25 ago. 2015.

MACÍAS G. L. F. **El derecho del cambio climático**: un nuevo paradigma del derecho?. 2010. Colômbia. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/mudancasclimaticas>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MANUEL, N. M. **Origem e Evolução do Nosso Calendário**, 1992, edição do OAL.

MOREIRA, A. I. da R.; RAMOS, M. da C. P. **Alterações climáticas e suas consequências**: deslocamentos populacionais forçados, 203–219, 2016.

RICHARDS, E. G. (1998). **Mapping time: the calendar and its history**, 1998, Oxford University Press

ZHURAVLEV, A.Y.; Riding, R. **The ecology of the Cambrian radiation**. New York: Columbia University Press, 525 p. 2001



Rio Pacaás Novos/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

ANÁLISE DA DINÂMICA OCEÂNICA E PROLIFERAÇÃO DE ALGAS: CAUSAS E EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA CORRENTE MARINHA DA COSTA ANGOLANA

ANALYSIS OF OCEAN DYNAMICS AND ALGAL BLOOMS: CAUSES AND EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE MARINE CURRENT OFF THE ANGOLAN COAST

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA OCEÁNICA Y DE LA PROLIFERACIÓN DE ALGAS: CAUSAS Y EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CORRIENTE MARINA FRENTE A LAS COSTAS DE ANGOLA

ANALYSE DE LA DYNAMIQUE OCÉANIQUE ET DE LA PROLIFÉRATION D'ALGUES: CAUSES ET EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE COURANT MARIN DEVANT LES CÔTES DE L'ANGOLA

Khokhy Sefo Maria Barros[1]
José Tito Morais[2]
António Estevão Costa Messias[3]
Zulmira da Silva António Anato[4]

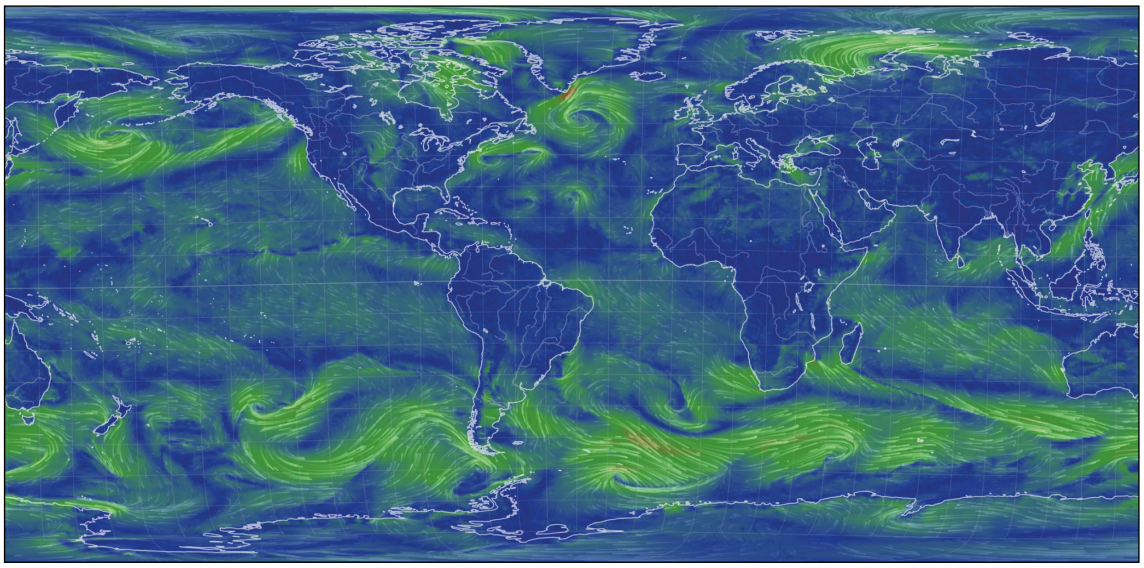
1 Engenheiro Geógrafo, Docente, Instituto Superior Politécnico de Ndalatando, Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7487-9631. E-mail:sefobarros@gmail.com.
2 Geólogo, Docente, Faculdade de Ciências Naturais-UAN, Angola. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-8049-9869. E-mail: josetitomorais@hotmail.com.
3 Geofísico, Docente, Faculdade de Ciências Naturais-UAN, Angola. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5008-6389. E-mail: ady_messias@hotmail.com.
4 Bióloga, Técnica Ambiental, Licenciada em Biologia pela UAN-ANGOLA, Especialista em Botânica. ORCID: https://orcid.org/0009-0001-5682-862X. E-mail: zzulmiraanato@gmail.com.

Introdução

Os fenômenos naturais, como correntes oceânicas, processos de afloramento e mudanças sazonais na temperatura da água, têm sido historicamente fundamentais para o funcionamento dos ecossistemas marinhos. No entanto, com o avanço das actividades humanas e as transformações ambientais associadas ao aquecimento global, esses processos têm sofrido alterações significativas. As florações de algas nocivas (FANs) são um exemplo claro de como a interação entre factores naturais e antrópicos pode alterar a dinâmica ecológica de ambientes costeiros e marinhos. As FANs, que anteriormente ocorriam de forma esporádica e controlada por processos ecológicos naturais, agora são observadas com maior frequência e intensidade, trazendo sérios impactos ambientais e socioeconômicos (Hallegraeff, 2010).

O aumento das FANs está directamente relacionado ao fenômeno da eutrofização, no qual grandes quantidades de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, são despejadas nos oceanos e corpos d'água. Esses nutrientes, provenientes principalmente do escoamento agrícola e industrial, funcionam como fertilizantes para as microalgas, promovendo seu crescimento descontrolado. Esse fenômeno é exacerbado pela ação humana, especialmente em regiões costeiras onde o uso intensivo de fertilizantes agrícolas e o despejo de resíduos industriais são predominantes. Consequentemente, a combinação de um ambiente rico em nutrientes e o aumento da temperatura da água cria condições ideais para que certas espécies de algas se proliferem de forma excessiva (Anderson *et al.*, 2022).

Além da eutrofização, as mudanças climáticas são um factor-chave no aumento da frequência e da gravidade das florações de algas nocivas. O aquecimento global tem causado um aumento significativo na temperatura da superfície dos oceanos, o que altera os padrões de circulação oceânica e cria condições mais favoráveis para o desenvolvimento dessas algas. A elevação da temperatura também pode prolongar a temporada de florações, resultando em eventos mais longos e potencialmente mais prejudiciais. Isso tem sido observado em várias regiões costeiras ao redor do mundo, onde as FANs se tornaram uma ameaça constante para os ecossistemas marinhos e para as comunidades que dependem desses recursos (Behrenfeld *et al.*, 2021)



Fonte: IPCC (2024).

Figura 1. Padrões Globais de Circulação de Ventos e o Impacto das Mudanças Climáticas. Destacando a representação dos fluxos atmosféricos e sua relevância no contexto das alterações climáticas e eventos meteorológicos extremos refletindo a conexão entre os padrões de vento global e os fenômenos climáticos intensificados devido ao aquecimento global.

Na costa de Angola, as FANs têm se intensificado, especialmente devido à combinação de factores naturais, como o afloramento da Corrente de Benguela, e as pressões antropogênicas, como o aumento da poluição por nutrientes. A Corrente de Benguela, um dos mais importantes sistemas de afloramento do mundo, traz águas frias e ricas em nutrientes das profundezas para a superfície, sustentando uma das pescarias mais produtivas da região. No entanto, essa abundância de nutrientes, em combinação com o aumento das temperaturas oceânicas e o escoamento de fertilizantes, tem contribuído para a proliferação descontrolada de algas nocivas ao longo da costa angolana (Pitcher *et al.*, 2019).

Os impactos dessas FANs são profundos e multifacetados. Em termos ecológicos, as florações de algas nocivas podem causar a morte de grandes quantidades de peixes e outros organismos marinhos, devido à depleção de oxigênio na água, fenômeno conhecido como hipóxia. Além disso, algumas espécies de algas produzem toxinas que afetam directamente a fauna marinha, contaminando peixes e mariscos e prejudicando a cadeia alimentar. Isso representa uma séria ameaça à biodiversidade marinha, com impactos em várias espécies que dependem desses ecossistemas saudáveis para sobreviver (Anderson *et al.*, 2022).

Economicamente, o impacto mais visível das FANs em Angola recai sobre o setor pesqueiro, que é uma das principais fontes de sustento para muitas comunidades costeiras. As florações de algas nocivas podem levar à interdição de áreas de pesca, devido à contaminação por toxinas marinhas, resultando em perdas econômicas significativas para pescadores e indústrias associadas. A pesca de peixes como a sardinha e o carapau, que são recursos cruciais para a economia de Angola, tem sido directamente afetada por essas

interdições, ameaçando a segurança alimentar e as fontes de renda das populações locais (Pitcher *et al.*, 2019).

O turismo costeiro também é impactado pelas florações de algas nocivas, uma vez que a presença de algas em grandes quantidades pode tornar as águas impróprias para banhistas e outras actividades recreativas. Em regiões de Angola que estão tentando desenvolver o turismo como uma fonte alternativa de receita, as FANs representam uma barreira significativa para o crescimento do setor (Anderson *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos têm permitido um melhor monitoramento e entendimento das FANs. O uso de sensoriamento remoto, através de satélites, tem sido crucial para acompanhar a extensão e a intensidade das florações de algas em tempo real. Dados de satélite, como os coletados por sensores MODIS e Sentinel-3, permitem identificar mudanças na concentração de clorofila-a na água, um indicador da presença de fitoplâncton. Isso possibilita uma melhor previsão e resposta aos eventos de FANs, permitindo que governos e gestores ambientais tomem medidas preventivas para mitigar os impactos (Behrenfeld *et al.*, 2021).

A resposta governamental às FANs em Angola, entretanto, ainda enfrenta desafios significativos. Embora o monitoramento por satélite e estudos científicos tenham melhorado a compreensão do fenômeno, a implementação de políticas eficazes de mitigação e controle das florações continua sendo um desafio.

Recentemente agora em setembro de 2024, a costa de Angola foi novamente afetada por um grande surto de florações de algas nocivas (FANs), que rapidamente viralizou nas redes sociais devido à visível deterioração das águas costeiras e ao impacto na vida marinha. Imagens e vídeos mostrando extensas áreas de água esverdeada, geraram uma onda de preocupação pública e críticas sobre a resposta governamental ao fenômeno.



Fonte: Redes sociais (2024).

Figura 2. FANs encontrados na costa de litoral da Província de Luanda, a) Cais da Cimangola; b) Zona da Praia Amélia.

Apesar dos avanços em monitoramento por satélite e dos esforços científicos para compreender as FANs ao longo da última década, a resposta governamental à crise recente foi considerada insuficiente para prevenir a escalada do problema. Embora os dados de sensoriamento remoto já indicassem o aumento da temperatura da superfície do mar e as condições oceânicas favoráveis à proliferação de algas, faltaram acções eficazes para mitigar os impactos antes que o fenômeno atingisse proporções alarmantes. Esse evento ressaltou a importância de políticas de gestão ambiental mais integradas e a necessidade de respostas rápidas para evitar danos maiores à biodiversidade e à economia local.

O objectivo deste estudo é analisar o fenômeno das FANs de forma espacial e temporal ao longo dos últimos 10 anos na costa de Angola com enfoco no último fenómeno que decorreu em setembro de 2024. Para tal, o estudo teve como base os dados de sensoriamento remoto disponibilidade pelas plataformas digitais e manipulados com as ferramentas de geoprocessamento aplicada, este estudo busca mapear identificadores de factores que contribuem para a intensificação das floracções, e entender como as mudanças climáticas e os factores antrópicos estão interagindo para aumentar a frequência desses eventos. Ao compreender as tendências espaciais e temporais, espera-se que este estudo contribua para o desenvolvimento de estratégias de mitigação mais eficazes e para uma gestão ambiental sustentável da região.

Caracterização biológica das algas nocivas

O plâncton refere-se ao conjunto de organismos que não possui movimentos próprios, e que derivam passivamente no ambiente aquático (Ré, 2005). O fitoplâncton e o zooplâncton correspondem as plantas e aos animais do plâncton respectivamente, vitais na cadeia trófica de ambientes marinhos, estuarinos e de água doce (Iain; David, 2009).

A abundância de plâncton depende de uma variedade de factores, incluindo: correntes oceânicas, temperatura, disponibilidade de nutrientes, quantidade de luz solar e profundidade do oceano (Beaugrand, 2015). A proliferação de plâncton e algas pode fornecer indicações de nutrientes e níveis de poluição potencial, de fontes como o escoamento terrestre e poluição difusa. A distribuição do plâncton e as relações entre a variação sazonal e a densidade ao largo da costa de Angola não são bem compreendidas (Longhurst, 1998).

O ecossistema marinho angolano constitui um importante centro de biodiversidade marinha e de biomassa de diversos grupos (Sardinha, 2000). Em geral a orla costeira é caracterizada por uma alta produtividade biológica (Angola, 2018). Dentre as quais, incluem-se as algas, fornecendo uma gama de bens e serviços ecossistémicos as demais formas de vidas presentes nos oceanos e não só, por outra podendo causar um certo desequilíbrio acentuado em torno da orla costeira (no caso de algas nocivas).

As algas são organismos fotossintetizantes simples, que vivem predominantemente em ambientes aquáticos, tanto de água doce como salgada. Elas variam em tamanhos de

formas microscópicas chamadas microalgas, até grandes as chamadas algas macroscópicas. As microalgas são microrganismos unicelulares que podem ser procariontes, pois não apresentam núcleo individualizado, estas espécies são classificadas como cianobactérias. As microalgas também podem ser eucariontes, ou seja, apresentam estrutura celular com núcleo individualizado (Bicudo; Menezes, 2010).

As algas nocivas, comumente chamadas de florescimentos algas nocivas (FANs), são assim tratadas, devido a capacidade de proliferação descontroladas que geralmente geram impactos negativos ao ambiente, a saúde humana e a economia.

Os grupos fitoplanctónicos mais abundantes ao longo da orla costeira incluem diatomáceas, dinoflagelados e flagelados (Neto *et al.*, 2005). Segundo Silva (2003), as *diatomáceas* são os grupos mais abundantes nas regiões norte e centro, com 62% e 54% em relação à toda a comunidade, respectivamente, e o segundo grupo mais dominante são os flagelados, 22% no Norte e 28% no Centro. Coelho, 2007 também indica as *diatomáceas* como sendo as mais abundantes na zona Norte, na qual também estão incluídas no vasto grupo das algas nocivas. As FANs que ocorrem em determinadas regiões do mundo, encontram-se os principais grupos e géneros de algas:

a) Dinoflagelados: Incluem a classe mais conhecida, por causarem FANs, com muitas espécies produtoras de toxinas. A título de exemplo destacam-se: *Alexandrium spp; Karenia brevis; Dinophysis spp e Gymmnodinium spp;*

b) Diatomáceas: Incluem a espécie do tipo, *Pseudonizschia spp;*

c) Cianobactérias (Algas Azul-esverdiadas): Apesar de tecnicamente não serem tidas como algas verdadeiras, as cianobactérias causam florescimentos nocivos em águas doces e marinhas. Dentre as principais espécies destacam-se: *Microcystis spp; Anabaena spp* e *Aphanizomenon spp;*

d) Algas Verdes: Apesar de sua acção nociva por meio de produção de toxina ser pouco activa, ela acaba causando danos ambientes, maleáveis, dentre as espécies pioneiras deste grupo, destacam-se: *Ostrecoccus spp* e *Caulerpa taxifolia;*

e) Algas marrons: A este grupo inclui exclusivamente a espécie do tipo: *Sargassum spp;*

f) Algas vermelhas: dentre a grande variedade de algas vermelhas, algumas também podem ter impactos negativos, embora raramente causem toxinas. Como representante deste grupo, destaca-se a espécie *Noctiluca scintilans.*

De acordo com os dados da ***Global Biodiversity Information Facility*** (GBIF), as algas nocivas mais frequentes ou mais recorrentes em Angola destacam-se: *Alexandrium spp* (Halim, 1960); *Karenia brevis* (G.Hansen *et al.*, 2000); P*seudonizschia spp, Dinophysis spp*, (Ehrenberg, 1839) e *Noctiluca scintilans* (Kof *et al.,* 1834).

As Principais causas das FANs (florações algas nocivas) citadas na literatura são essencialmente duas, Segundo Castro (2012), causas naturais e aumento de ocorrência e abrangência geográfica das FANs associadas às actividades humanas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Principais causas de florações de algas nocivas.

Eventos	Causas		Referências
Estimulação do crescimento das microalgas formadoras de FANs	Naturais	Eutrofização natural	Hallegraeff (2003) Variação climática natural Gilbert; Pitcher (2001); Hallegraeff (2010)
		Variação climática natural	
	Antropogénicas	Eutrofização cultural	Van Der Bergh (2002); Hallegraeff (2003); Granéli *et al.* (2008)
		Mudanças climáticas globais induzidas pelo homem	Hallegraeff (2010)
		Diminuição da circulação – confinamento de corpos de água (ex. exploração da linha de costa – Mediterrâneo)	Garcés *et al.* (2000)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Metodologia

Área de estudo

Angola, localizada na costa sudoeste da África Austral, apresenta uma extensa linha costeira de cerca de 1.650 km ao longo do Oceano Atlântico, desde a fronteira com a Namíbia ao sul até a foz do rio Congo ao norte. O litoral angolano é marcado por variações climáticas e geomorfológicas distintas, influenciadas pela Corrente Fria de Benguela, que gera um clima árido e semiárido nas regiões mais ao sul, especialmente no deserto do Namibe, e condições mais amenas e húmidas no Norte, como na província de Cabinda.

As planícies costeiras, estreitas em algumas áreas, ampliam-se em outras, com praias de areia branca e sistemas de dunas que gradualmente dão lugar aos planaltos do interior, incluindo a escarpa de Benguela e a serra da Chela. Geograficamente, Angola é limitada a norte e nordeste pela República Democrática do Congo, a leste pela Zâmbia e ao sul pela Namíbia, formando uma transição entre a África Equatorial e Austral.

Geoambientalmente, a costa de Angola é rica em ecossistemas costeiros e marinhos, incluindo mangais, estuários e zonas húmidas, que desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade e no equilíbrio ecológico, abrigando espécies marinhas e terrestres de importância local e global. As bacias hidrográficas que drenam para o Atlântico, como a do rio Cuanza, influenciam directamente a dinâmica costeira, criando estuários ricos em nutrientes que sustentam as pescarias, fundamentais para as economias locais.

A diversidade geoambiental costeira de Angola também é visível nas formações rochosas de origem sedimentar, nos recifes de coral e nos ricos bancos de pesca ao largo, que atraem espécies migratórias. Esta zona costeira, que apresenta áreas de fragilidade

ambiental devido à erosão costeira, mudanças climáticas e exploração de recursos, como o petróleo e o gás, é também palco de projetos de conservação ambiental, que visam equilibrar o desenvolvimento económico com a proteção dos ecossistemas marinhos e costeiros.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Mapa da república de Angola.

Material e Método

O estudo realizado sobre a orla costeira de Angola, focado nos fenômenos oceânicos da Corrente de Benguela, utilizou-se uma metodologia robusta baseada em dados de sensoriamento remoto e análise temporal de 10 anos (2014-2024). O objectivo de monitorar as mudanças como nível do mar, o aquecimento das águas, a intensidade dos ventos, e a pressão atmosférica, relacionando esses factores com os impactos ecológicos e socioeconômicos na região costeira. A seguir, foram detalhados segundo os passos:

a) Coleta de Dados via *Earth Nullschool*

Para coletar os dados, utilizou-se a plataforma *Earth Nullschool*, que oferece dados meteorológicos e oceânicos em tempo real, extraídos de modelos numéricos como o *Global Forecast System (GFS)* e o *HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model).* Esses modelos são amplamente utilizados em estudos oceânicos e atmosféricos, como demonstrado por Hallegraeff (2010) em seu estudo sobre o impacto do aquecimento global nas florações de algas e por Pitcher *et al.* (2019), que abordaram os processos de afloramento na Corrente de Benguela.

b) Seleção das Variáveis

A seleção das variáveis foi baseada em estudos anteriores que demonstram a importância de monitorar aspectos-chave da interação atmosfera-oceano para compreender as mudanças climáticas e suas consequências em regiões costeiras. As variáveis escolhidas para este estudo incluem:

- **Ventos**: Estudos como os de Nelson (1992) indicam que os ventos são responsáveis por processos de afloramento na Corrente de Benguela, onde ventos de nordeste arrastam águas superficiais, permitindo que águas profundas e ricas em nutrientes subam à superfície. Essa dinâmica não só influencia a produtividade primária, mas também regula a temperatura da superfície do mar. Portanto, monitorar a intensidade e a direção dos ventos foi essencial para entender essas interações. A camada de ventos no *Earth Nullschool* foi ajustada para analisar ventos próximos à superfície (10m) e em altitudes maiores para compreender as dinâmicas verticais e horizontais dos fluxos atmosféricos (Nelson, 1992; Pitcher *et al.*, 2019);

- Temperatura da Superfície do Mar (TSM): A temperatura do oceano é um indicador crucial de aquecimento global e está directamente ligada ao aumento do nível do mar, uma vez que as águas mais quentes se expandem termicamente (Hallegraeff, 2010). A TSM foi monitorada em alta resolução, utilizando imagens diárias e semanais. Estudos de Behrenfeld et al. (2021) destacam a importância do monitoramento da temperatura para entender os impactos sobre a flora e fauna marinhas, e também para prever fenômenos como florações de algas nocivas (FANs);

- Pressão Atmosférica: A pressão atmosférica afeta directamente os ventos e, portanto, o afloramento e a circulação das correntes marinhas. Segundo Jury e Brundrit (1992), variações na pressão atmosférica na região do Atlântico Sul podem desencadear mudanças significativas na dinâmica da Corrente de Benguela. Por isso, a pressão foi monitorada tanto ao nível do mar quanto em diferentes altitudes, utilizando dados do *Earth Nullschool*, que correlacionam essas pressões com padrões climáticos globais;

- Subida do Nível do Mar: A variação do nível do mar foi monitorada mensalmente em 2024, com comparação aos anos anteriores. Estudos como os de Anderson *et al.* (2022) mostram que o aumento do nível do mar está intimamente relacionado ao aquecimento das águas e à dinâmica das correntes costeiras. A camada de altura das ondas foi utilizada

para medir a variação na elevação da água ao longo da costa de Angola, identificando flutuações anômalas em certos períodos.

c) Frequência de Coleta

A coleta de dados foi realizada em intervalos semanais e mensais ao longo de 10 anos, capturando variações sazonais e tendências de longo prazo. O *Earth Nullschool* permitiu a captura de dados de vento, temperatura e pressão em intervalos diários, o que foi essencial para o acompanhamento detalhado.

d) Processamento dos Dados

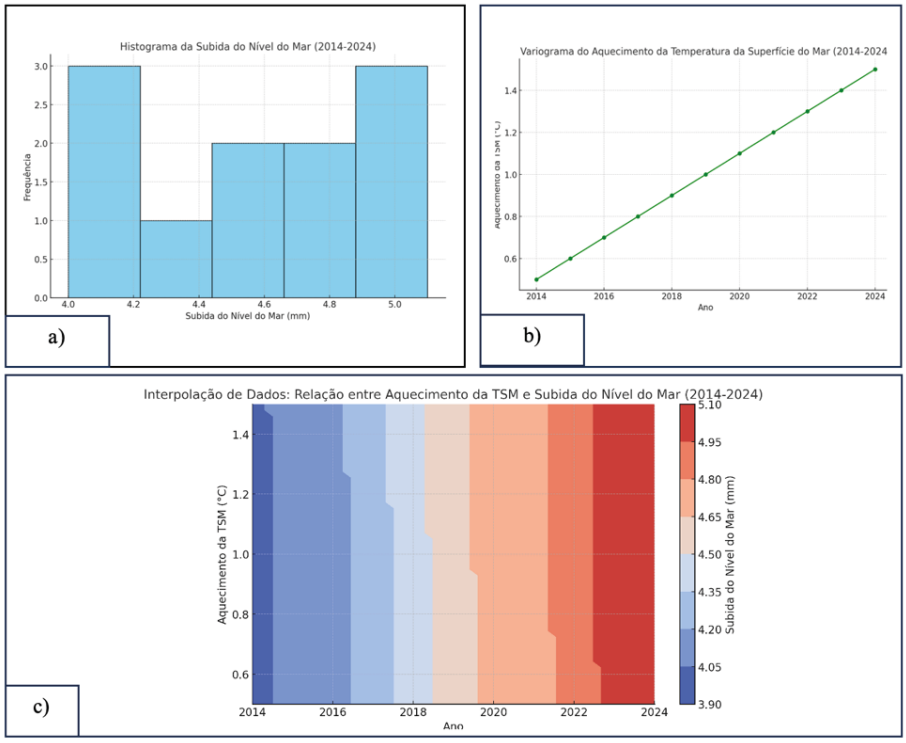
Os dados coletados foram processados usando *QGIS v3.32* e *ArcGIS 10.8.3,* para análise espacial. Esses programas permitiram a criação de mapas temáticos detalhados, que ilustraram as variações nos ventos, na TSM e no nível do mar. As seguintes etapas foram realizadas no processamento dos dados:

- **Correção Atmosférica**: Ajustei os dados para remover interferências atmosféricas, garantindo a precisão dos dados de sensoriamento remoto. A correção atmosférica é uma prática comum em estudos climáticos e foi aplicada para minimizar erros na análise de imagens de satélite (Hallegraeff, 2010);
- **Interpolação dos Dados**: Para criar superfícies contínuas e mapear os fenômenos ao longo da costa, utilizei métodos de interpolação, como o *Krigagem*. Essa técnica permitiu preencher lacunas nos dados temporais e espaciais, fornecendo uma visão detalhada de como as variáveis variaram ao longo dos 10 anos (Nelson, 1992).

e) Análise Temporal e Estatística.

A análise temporal foi realizada por meio da criação de gráficos de linha e barras, que compararam as variações nas variáveis ao longo dos últimos 10 anos. No Gráfico 1 é possível constatar a variação do aumento da temperatura da superfície do mar (TSM), de 0,5°C em 2014 para 1,5°C em 2024, e uma subida do nível do mar que variou de 4,1 mm em janeiro a 4,6 mm em setembro de 2024.

Gráfico 1. Variáveis interpretadas e modeladas, a) Histograma de subida do nível do mar; b) Variograma do aquecimento de temperatura de superfície do mar; c) Interpolação de variáveis em estudos.



Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Os gráficos apresentados anteriormente fornecem uma análise visual detalhada sobre o comportamento das florações de algas nocivas (FANs) na costa de Angola, focando na subida do nível do mar e no aquecimento da temperatura da superfície do mar (TSM), que são factores directamente ligados ao fenômeno das FANs.

Fazendo uma análise robusta dos factores ambientais que estão impulsionando as FANs na costa de Angola. Eles mostram como o aumento gradual da TSM e a subida do nível do mar estão criando um ambiente mais propício para o crescimento das algas, alertando para a necessidade de monitoramento contínuo e acções de mitigação para reduzir os impactos desse fenômeno.

Realizou-se uma análise de correlação utilizando o coeficiente de Pearson para examinar a relação entre a intensidade dos ventos e o aumento da TSM e do nível do mar. A análise estatística revelou correlações positivas entre o aumento da temperatura e a subida do nível do mar, como observado por Behrenfeld *et al.* (2021), demonstrando que as tendências de aquecimento global têm impacto directo na costa de Angola.

f) Validação dos Dados

Os dados foram validados com medições locais de boias oceânicas e estações meteorológicas ao longo da costa de Angola. A validação foi crucial para confirmar a precisão das observações remotas, garantindo que os dados correspondem às condições

locais. Esta etapa seguiu o procedimento descrito por Pitcher et al. (2019), que destaca a importância da validação cruzada entre dados de satélite e medições in situ.

g) Projeções Futuras e Modelagem

Com base nos dados analisados, utilizamos modelos preditivos para projetar tendências futuras na TSM e na subida do nível do mar. Esses modelos, baseados em regressão multivariada, indicam que, se o aquecimento continuar nas taxas observadas, haverá um aumento significativo na frequência de eventos extremos, como florações de algas nocivas (FANs), e um agravamento na subida do nível do mar, como discutido por Anderson *et al.* (2022).

A metodologia empregada, com base em sensoriamento remoto via *Earth Nullschool*, análise espacial e validação de dados in situ, permitiu uma análise abrangente e detalhada das mudanças oceânicas ao longo da orla costeira de Angola. A combinação dessas ferramentas e técnicas gerou uma visão profunda das dinâmicas climáticas e oceânicas da região, contribuindo para uma melhor compreensão dos impactos do aquecimento global sobre a Corrente de Benguela.

h) Resultados

Os resultados obtidos ao longo dos últimos 10 anos (2014-2024) destacam a crescente ocorrência das florações de algas nocivas (FANs) na orla costeira de Angola, particularmente na área influenciada pela Corrente de Benguela. As FANs, fenômeno natural associado ao crescimento descontrolado de microalgas, têm se intensificado na região devido a uma combinação de factores climáticos, incluindo o aquecimento da superfície do mar (TSM), a intensificação dos ventos costeiros e a eutrofização das águas.

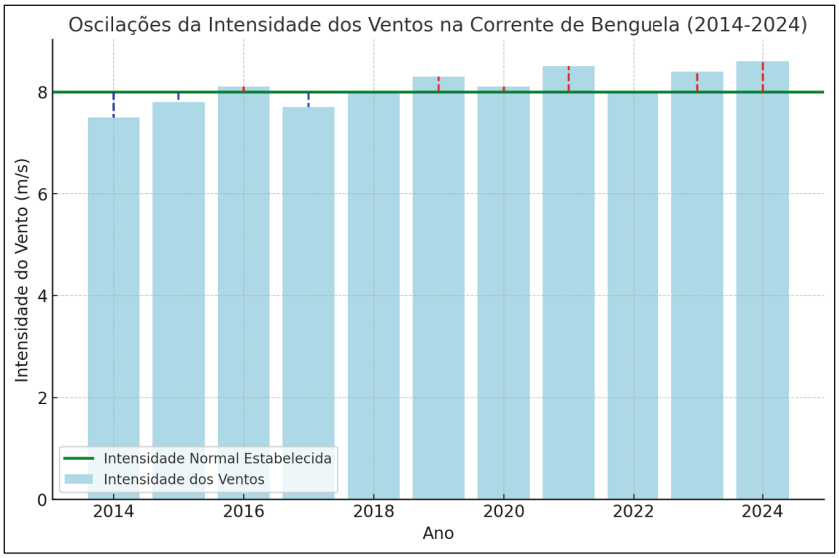
Os ventos na região da Corrente Fria de Benguela ao longo dos últimos anos revelam uma forte correlação entre a força dos ventos e os processos de afloramento que ocorrem ao longo da costa da Angola e Namíbia, predominantemente orientados para o norte, impulsionam o transporte de águas superficiais para o alto-mar, permitindo que águas mais frias e ricas em nutrientes subam à superfície. Esse fenômeno de afloramento está directamente ligado à intensidade dos ventos, que variam em ciclos e influenciam a produtividade biológica da região (como a proliferação de fitoplâncton e fauna marinha).

Nos últimos 10 anos, dados de satélites e modelos meteorológicos indicam que a força dos ventos na região da Corrente de Benguela tem apresentado variações sazonais e interanuais, com períodos de ventos mais intensos resultando em maiores pulsos de afloramento, que, por sua vez, favorecem o crescimento de algas. Esses ventos variam em intensidade e geram impulsos de afloramento em ciclos de 10 dias, um padrão observado consistentemente na região (entre 5 a 8 metros por segundo).

O Gráfico 2 destaca a intensidade média normal dos ventos na Corrente de Benguela (linha verde), proporcionando um ponto de referência para avaliar as oscilações anuais

de intensidade entre 2014 e 2024. As variações ao longo deste período são claramente ilustradas por meio de diferentes cores e linhas que indicam os desvios em relação à média estabelecida. As linhas tracejadas em vermelho representam os anos em que a intensidade dos ventos superou a normal, sugerindo períodos de maior turbulência e fluxo de ventos mais fortes na corrente. Esses aumentos na intensidade dos ventos podem estar associados a factores climáticos e oceanográficos, como alterações nos padrões de temperatura e pressão atmosférica.

Gráfico 2. Oscilações da intensidade dos ventos na zona da Corrente fria de Benguela (2014-2024).

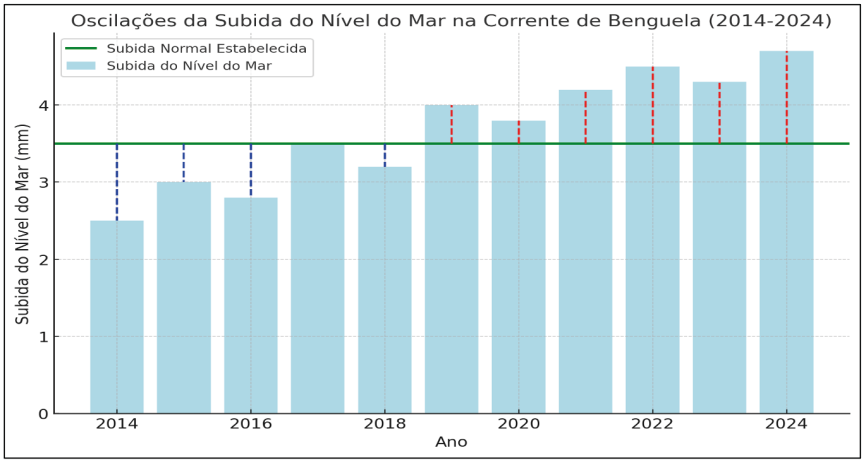


Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Por outro lado, as linhas tracejadas em azul indicam os anos em que a intensidade dos ventos foi inferior à média, sugerindo uma diminuição da força da corrente de Benguela nesses períodos. Esse comportamento pode ter diversas implicações, como a redução da ressurgência costeira e menor circulação de nutrientes essenciais para a vida marinha. A análise do gráfico permite, portanto, identificar facilmente os anos em que ocorreram desvios significativos, tanto para intensidades maiores quanto menores, facilitando o estudo das dinâmicas climáticas e ambientais que afetam a região ao longo dos anos.

O Gráfico 3 representa as oscilações na subida do nível do mar na Corrente de Benguela entre os anos de 2014 e 2024. A linha verde centraliza-se na taxa média de aumento do nível do mar, que foi estabelecida em 3,5 mm por ano, servindo como referência para identificar as variações ao longo da década. As barras no gráfico, juntamente com as linhas tracejadas, diferenciam os anos em que o aumento do nível do mar foi superior ou inferior à média estabelecida. As barras e linhas tracejadas em vermelho, por exemplo, indicam anos em que o aumento foi maior do que o esperado, sugerindo uma aceleração na subida do nível do mar, possivelmente vinculada a fenômenos climáticos como o aquecimento global, que acelera o derretimento de geleiras e a expansão térmica dos oceanos.

Gráfico 3. Oscilações da subida do nível do mar na Corrente fria de Benguela (2014-2024).

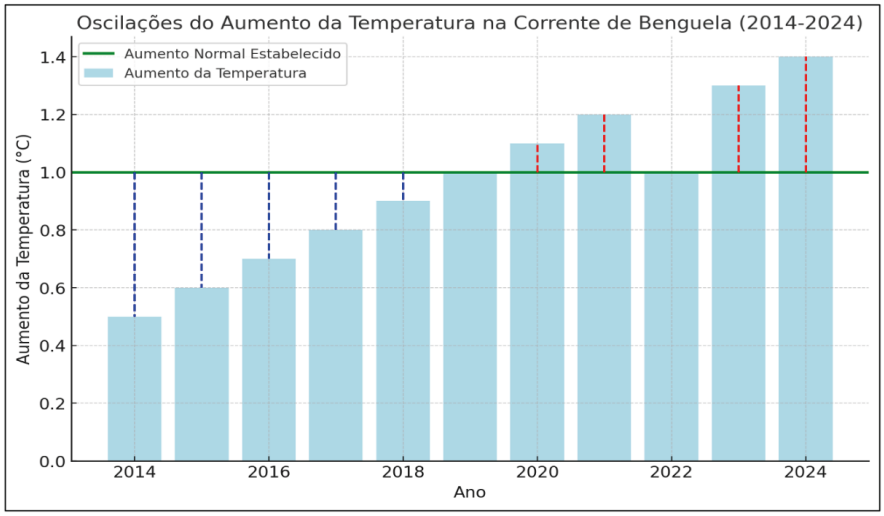


Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Em contrapartida, as barras e linhas tracejadas em azul representam os anos em que o aumento do nível do mar ficou abaixo da média de 3,5 mm por ano, destacando períodos de variações mais moderadas ou até mesmo estabilizações momentâneas. Essas oscilações são cruciais para entender a dinâmica da Corrente de Benguela e suas implicações sobre a costa africana, onde o aumento do nível do mar pode afetar directamente as áreas costeiras, ecossistemas marinhos e comunidades humanas dependentes dessas zonas. O gráfico, portanto, proporciona uma visão clara das variações anuais e permite a identificação de padrões de anomalias que podem estar associados a factores naturais e à influência crescente das mudanças climáticas globais.

O Gráfico 4 ilustra as oscilações no aumento da temperatura média anual na Corrente de Benguela entre os anos de 2014 e 2024, oferecendo uma perspectiva detalhada sobre as variações climáticas nessa importante região oceânica. A linha verde serve como a referência de aumento normal estabelecido, que é de 1,0°C, e permite comparar as flutuações anuais de temperatura em relação a essa média. As barras que representam os diferentes anos mostram claramente as variações, com uma distinção visual entre os períodos que excederam ou ficaram abaixo dessa marca. As linhas tracejadas em vermelho destacam os anos em que o aumento da temperatura foi superior à média, sinalizando aquecimentos atípicos na região, que podem estar relacionados a fenômenos climáticos globais, como o aquecimento dos oceanos devido à intensificação do efeito estufa.

Gráfico 4. Oscilações do aumento da temperatura na Corrente fria de Benguela (2014-2024).

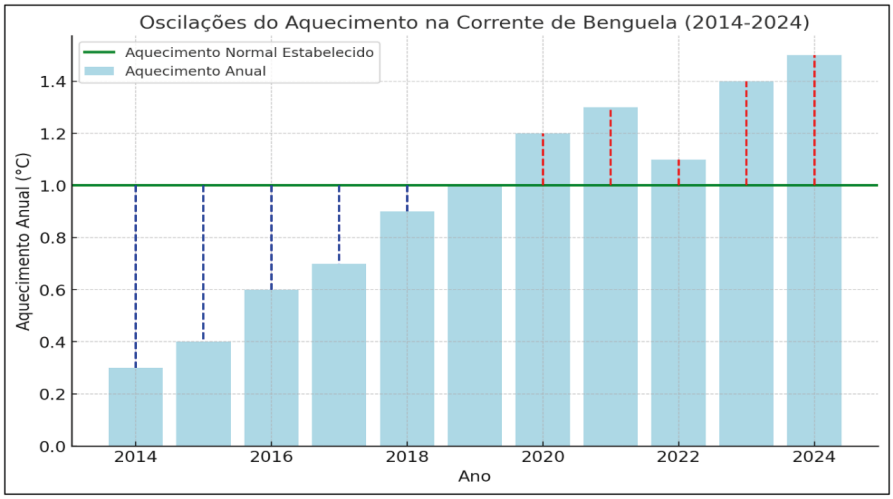


Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Por outro lado, as linhas tracejadas em azul representam os anos em que o aumento da temperatura foi inferior à média de 1,0°C, indicando uma taxa de aquecimento mais moderada ou estabilização temporária. Esse gráfico fornece uma visão clara das variações de temperatura ao longo dos anos, permitindo identificar os períodos mais críticos, nos quais a Corrente de Benguela sofreu alterações significativas. Tais variações têm grande impacto nos ecossistemas marinhos e podem influenciar a biodiversidade da região, a produtividade das pescas e os padrões climáticos locais. A análise dessas flutuações é essencial para entender a relação entre o aumento das temperaturas e os processos oceânicos, especialmente em uma área de ressurgência como a Corrente de Benguela, que desempenha um papel crucial no equilíbrio climático e ecológico da costa sudoeste africana.

O Gráfico 5 reflete as oscilações do aquecimento anual médio na Corrente de Benguela entre os anos de 2014 e 2024, fornecendo uma análise detalhada das variações de temperatura em uma das regiões oceânicas mais importantes da costa africana. A linha verde estabelece um ponto de referência para o aquecimento normal, fixado em 1,0°C, permitindo uma comparação com os dados anuais ao longo do período analisado. As barras ilustram as variações em relação a esse valor, oferecendo uma visão clara das diferenças anuais de aquecimento. As linhas tracejadas em vermelho indicam os anos em que o aquecimento excedeu essa média, sugerindo períodos de aquecimento mais acentuado, possivelmente relacionados a factores como o aumento das emissões de gases de efeito estufa, que têm contribuído para o aquecimento global e, consequentemente, para o aumento da temperatura nos oceanos.

Gráfico 5. Oscilações do aquecimento da Corrente fria de Benguela (2014-2024).



Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Por outro lado, as linhas tracejadas em azul representam os anos em que o aquecimento foi inferior ao valor de referência, sugerindo uma desaceleração temporária do aquecimento ou, em alguns casos, possíveis eventos naturais, como a influência de correntes frias ou ressurgências mais intensas. Ao longo dos anos, as flutuações no aquecimento da Corrente de Benguela podem ter impactos significativos nos ecossistemas marinhos, afetando desde os ciclos de nutrientes até a biodiversidade marinha. Este gráfico permite, portanto, uma visualização clara e comparativa das tendências de aquecimento ao longo do tempo, destacando como a variabilidade anual pode estar relacionada a factores tanto locais quanto globais, como as mudanças climáticas e os fenômenos oceânicos que influenciam essa corrente vital. Assim, essas oscilações são essenciais para entender os desafios climáticos enfrentados na região e suas implicações ecológicas e econômicas.

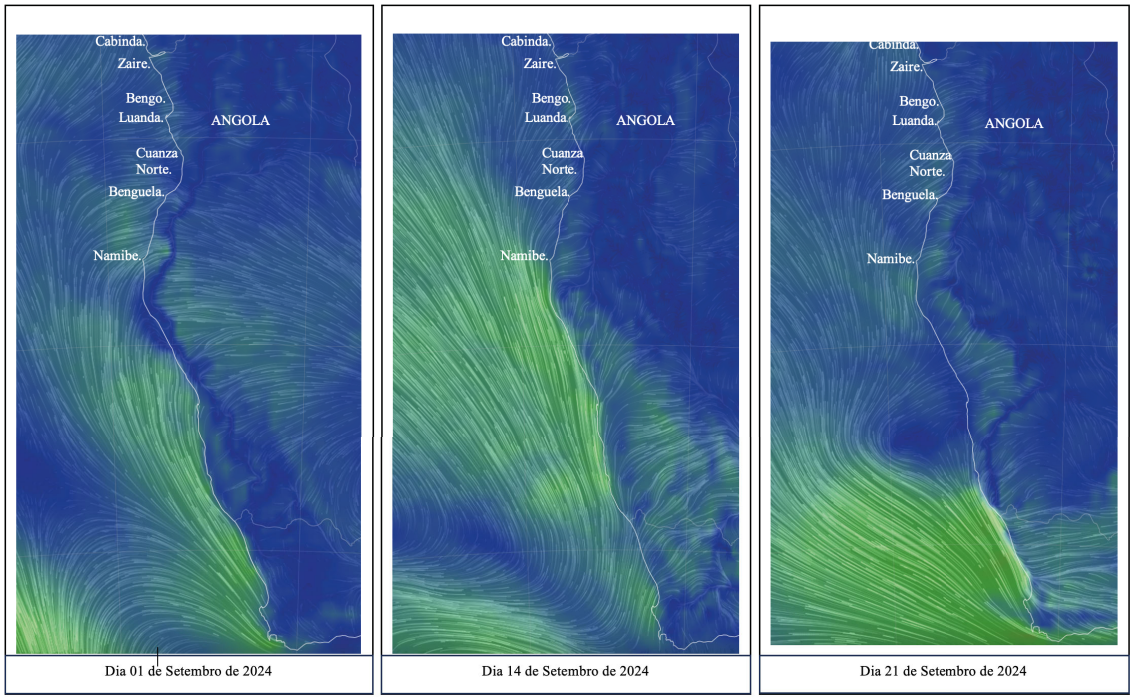
Surto de Florações de Algas Nocivas (FANs) em setembro de 2024 na costa angolana

Em setembro de 2024 foi registrado um significativo surto de florações de algas nocivas (FANs) ao longo da costa de Angola, cujos impactos foram amplamente observados e documentados tanto pela comunidade científica quanto pelas redes sociais. Este evento natural destacou-se pela intensidade da proliferação de microalgas, que resultou em mudanças visíveis nas águas costeiras, especialmente em áreas de maior actividade pesqueira. As águas se tornaram esverdeadas e espessas, características típicas das florações de algas, e o fenômeno foi acompanhado por uma mortalidade significativa de peixes e outros organismos marinhos, afetando directamente as economias locais dependentes da pesca e do turismo.

As análises indicaram que a principal causa desse surto foi o aumento da temperatura da superfície do mar (TSM), que atingiu valores recordes para o mês de setembro. O aquecimento das águas, medido em 1,5°C acima da média histórica, foi um factor determinante para a proliferação das algas. Esse aumento de temperatura, combinado com a intensificação dos

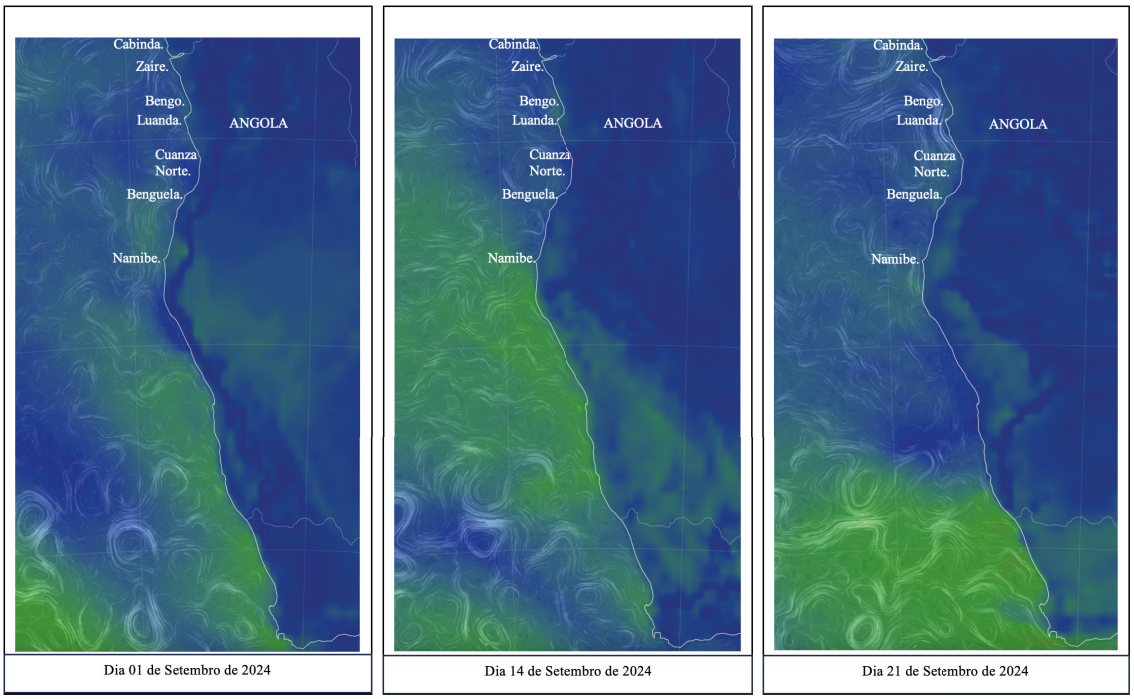
ventos costeiros ao longo dos meses anteriores, criou as condições ideais para o crescimento descontrolado das microalgas. Além disso, o acúmulo de nutrientes nas águas costeiras, proveniente de escoamentos agrícolas e industriais, exacerbou o fenômeno, resultando em um episódio de eutrofização que favoreceu ainda mais o desenvolvimento das FANs.

Os dados coletados durante o surto de florações de algas nocivas (FANs) em setembro de 2024, indicaram não apenas um aumento na temperatura da superfície do mar, mas também uma intensificação significativa na aceleração do movimento das correntes e ondas ao longo da costa de Angola.



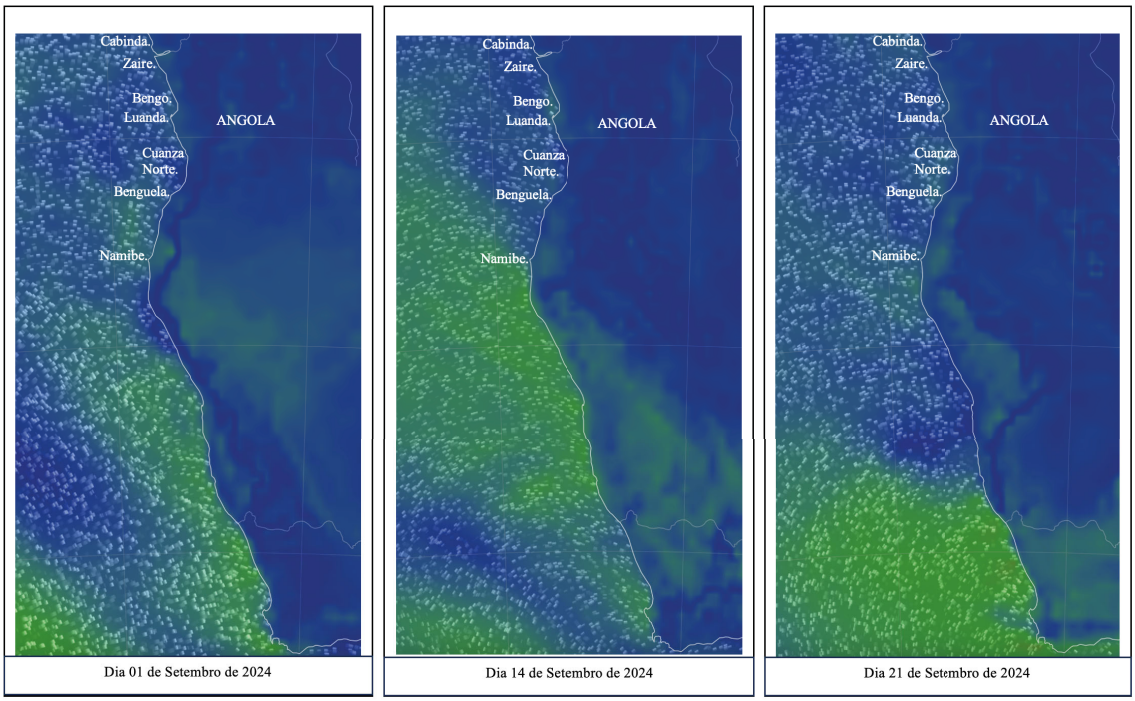
Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Figura 4. Ocorrência de ventos da corrente fria de Benguela ao longo.



Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Figura 5. Ocorrência de movimento das correntes marítimas da corrente.



Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Figura 6. Ocorrência de movimento das ondas marítimas da corrente fria.

As imagens temporárias fornecidas retratam diferentes aspectos da dinâmica oceânica e atmosférica ao longo da costa de Angola, com dados coletados nos dias 1, 14 e 21 de setembro de 2024. Essas imagens oferecem uma visão clara sobre o comportamento

dos ventos, das correntes marítimas e das ondas oceânicas em um curto intervalo temporal, permitindo uma análise detalhada das variações que ocorrem na região, especialmente na Corrente de Benguela, uma das correntes oceânicas mais importantes do Atlântico Sul.

Movimento dos ventos (1, 14 e 21 de setembro de 2024)

Na Figura 4 as imagens focam no movimento dos ventos ao longo da costa de Angola, um factor crucial na modulação climática da região. No dia 1 de setembro, os ventos parecem estar mais concentrados ao longo da costa, com fluxo contínuo vindo do Atlântico em direção à terra. Já no dia 14, observamos um fortalecimento dos ventos, possivelmente associado à intensificação das correntes de jato e à ressurgência de águas frias que caracterizam a Corrente de Benguela. No dia 21 de setembro, há um padrão de vento ligeiramente mais disperso, com menos intensidade em algumas áreas, o que pode sugerir uma transição sazonal ou a influência de um sistema de alta pressão se estabelecendo sobre a região.

Movimento das correntes marítimas (1, 14 e 21 de setembro de 2024)

Na Figura 5 as imagens seguintes retratam o comportamento das correntes marítimas ao longo do mesmo período. A Corrente de Benguela é visivelmente ativa, transportando águas frias do sul em direção ao norte. Em 1 de setembro, as correntes parecem fortes e bem direcionadas ao longo da costa. No entanto, em 14 de setembro, observamos uma intensificação na força das correntes, o que pode indicar uma ressurgência mais pronunciada, que traz águas ricas em nutrientes das profundezas oceânicas para a superfície. No dia 21, a corrente parece mais estável, embora ainda significativa, o que sugere um regime persistente de circulação fria, vital para a biodiversidade marinha da região. Essas variações ao longo do mês indicam mudanças sutis na intensidade e na direção das correntes, influenciadas tanto pelos ventos quanto pelas condições oceânicas globais.

Movimento das ondas (1, 14 e 21 de setembro de 2024)

Na Figura 6 as imagens analisam o movimento das ondas no oceano, que reflete a interação entre os ventos de superfície e as correntes oceânicas. No dia 1 de setembro, as ondas parecem relativamente moderadas, coerentes com os padrões de vento e corrente do período. Entretanto, no dia 14, observamos uma intensificação significativa no tamanho e na força das ondas, coincidindo com o aumento na intensidade dos ventos e das correntes marinhas. Esse padrão é típico em situações de ressurgência, quando ventos mais fortes elevam a superfície do oceano e produzem ondas maiores. No dia 21 de setembro, o movimento das ondas parece ter voltado a um estado mais calmo, embora ainda reflita as influências da dinâmica dos ventos e das correntes.

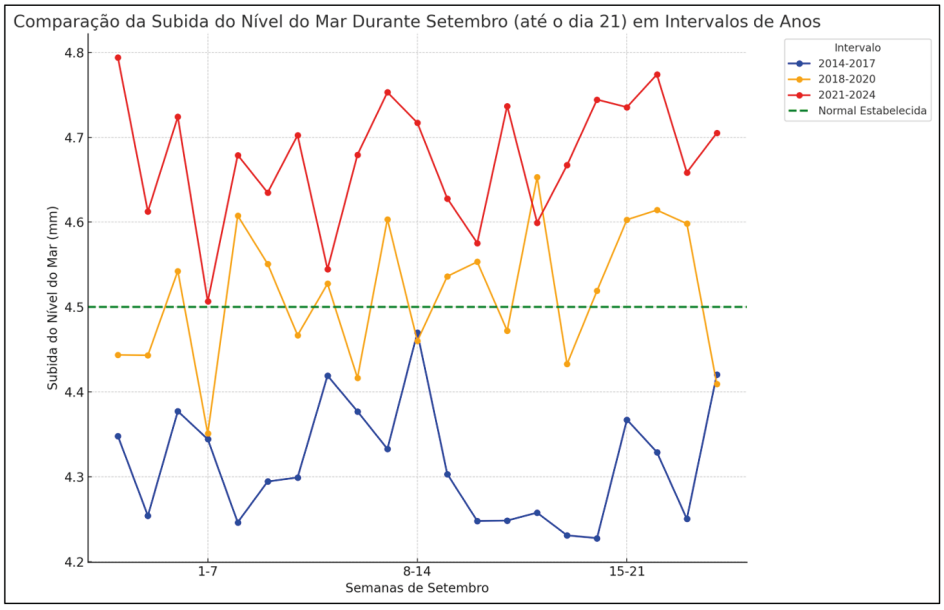
Essas imagens mostram claramente a interconexão entre os ventos, as correntes marítimas e o movimento das ondas na costa de Angola. Durante setembro de 2024,

houve variações significativas nessas três esferas, com picos de actividade nos dias 14, sugerindo uma intensificação sazonal dos fenômenos climáticos, potencialmente associada à influência da Corrente de Benguela e ao deslocamento de sistemas atmosféricos. As ressurgências e o fortalecimento das correntes frias são essenciais para o ecossistema da região, sustentando a biodiversidade e influenciando a produtividade pesqueira. Além disso, o padrão de ondas pode ter impactos diretos sobre as zonas costeiras, influenciando a erosão e as actividades humanas dependentes do mar.

Essas variações, observadas ao longo de apenas 21 dias, são indicativas de como o clima e o ambiente oceânico de Angola podem ser dinâmicos e sensíveis a factores tanto locais quanto globais, como mudanças climáticas e variações sazonais.

O Gráfico 6 mostra o comparativo da subida do nível do mar durante os dias de Setembro (até o dia 21) nos anos de 2014 a 2024, revela uma tendência crescente e significativa no comportamento das correntes oceânicas e do nível do mar na Corrente fria de Benguela. Essa aceleração na elevação do nível do mar observada especialmente em 2024 é um indicativo claro do impacto das mudanças climáticas globais e de como essas alterações estão potencializando fenômenos como as florações de algas nocivas (FANs).

Gráfico 6. Subida do nível médio do mar durante o mês de Setembro dos anos de 2014-2024.



Fonte: Earth Nullschool (2024). Elaborado pelos autores (2024).

Em 2024, a elevação do nível do mar foi consideravelmente mais alta quando comparada com os anos de 2014 e 2023, com os valores variando entre 4,5 mm e 5,1 mm. Essa tendência não apenas sugere uma maior capacidade das correntes oceânicas de transportar nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, mas também reflete as condições ideais para a proliferação das algas nocivas. O aquecimento da temperatura da superfície do mar (TSM), que também foi registrado em valores recordes nesse período, exacerba essa situação, uma vez

que as águas mais quentes, combinadas com a movimentação acelerada das correntes, criam um ambiente favorável para o crescimento descontrolado das microalgas.

A relação entre a subida do nível do mar e as FANs é direta, pois a maior movimentação das águas permite uma maior mistura vertical e a redistribuição de nutrientes nas zonas costeiras, proporcionando o combustível necessário para o desenvolvimento dessas florações. Esse processo, amplificado pelo aumento da TSM, tem sido uma característica comum dos últimos três anos, com cada período de setembro registrando valores mais altos de elevação do nível do mar. No entanto, o ano de 2024 se destaca como um ponto de inflexão, sugerindo que estamos diante de um cenário onde as alterações climáticas globais estão acelerando o impacto desses fenômenos naturais.

A discussão global sobre as mudanças climáticas aponta para um aumento contínuo da temperatura média dos oceanos e o consequente derretimento das calotas polares, factores que contribuem directamente para a subida global do nível do mar. Esse efeito é especialmente grave em regiões como a costa de Angola, onde a Corrente de Benguela desempenha um papel vital no regime de afloramento. As mudanças na dinâmica dessas correntes, exacerbadas pelo aquecimento global, estão criando uma nova realidade ecológica em que eventos como as FANs se tornam mais frequentes e intensos.

Portanto, o aumento da subida do nível do mar observado no gráfico não deve ser visto isoladamente, mas como parte de um fenômeno global mais amplo. As mudanças climáticas estão modificando profundamente os padrões oceânicos, e eventos como as FANs são apenas uma das consequências visíveis dessas transformações. Essa tendência de aquecimento contínuo e aceleração das correntes oceânicas deve ser monitorada de forma mais rigorosa, especialmente porque esses fenômenos estão afetando a biodiversidade, a economia costeira e, no longo prazo, a sustentabilidade das comunidades locais que dependem dos recursos marinhos.

Os ventos mais fortes registrados nos meses anteriores contribuíram para o aumento da velocidade das correntes oceânicas, o que, por sua vez, intensificou o processo de afloramento. Esse afloramento trouxe águas ricas em nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, criando um ambiente ideal para o crescimento descontrolado das algas. Além disso, a aceleração das ondas facilitou a mistura vertical das águas, permitindo que as algas fossem transportadas para diversas regiões ao longo da costa, aumentando a área impactada pelo surto de FANs.

Durante o mês de setembro, os dados de sensoriamento remoto e monitoramento de satélites indicaram uma média de aceleração nas correntes costeiras superior aos valores usuais registrados para a região. Essa intensificação das correntes oceânicas, combinada com o aumento da temperatura da superfície do mar, formou um cenário propício para a proliferação de algas em grande escala, com as florações se espalhando rapidamente pelas zonas costeiras. Esse aumento no movimento das águas também contribuiu para a redistribuição dos nutrientes, que atuaram como combustível para o rápido crescimento das microalgas, exacerbando o impacto ecológico e econômico causado pelas FANs.



Fonte: Rede sociais (2024).

Figura 7. Fenômeno FANs ocorrido em Setembro de 2024 na Costa Marítima de Angola em 2024.

Conclusão

O presente estudo analisou as florações de algas nocivas (FANs) que ocorreram na costa de Angola em setembro de 2024, destacando os factores ambientais e climáticos que contribuíram para a intensificação deste fenômeno. A análise ao longo dos últimos 10 anos permitiu observar um padrão crescente de proliferação de FANs, directamente relacionado ao aquecimento global e à subsequente alteração das dinâmicas oceânicas na região. Este evento específico, que afetou gravemente o ecossistema marinho e actividades econômicas costeiras, serviu como um exemplo claro dos impactos dessas mudanças climáticas sobre a Corrente de Benguela. Este estudo revelou que os principais factores por trás deste surto foram o aquecimento contínuo da temperatura da superfície do mar (TSM), a subida acelerada do nível do mar e a intensificação das correntes oceânicas. Os dados de sensoriamento remoto e as análises espaciais e temporais mostraram que o mês de setembro de 2024 apresentou um nível recorde de TSM, favorecendo a proliferação das microalgas. Ao mesmo tempo, a aceleração das correntes oceânicas, exacerbada pelos ventos fortes, dispersou os nutrientes que alimentam essas algas, criando as condições ideais para o surgimento das FANs.

Este trabalho identificou que as mudanças climáticas são o principal motor dessas alterações, com o aumento global da temperatura dos oceanos e a eutrofização das águas costeiras acelerando a ocorrência de fenômenos como as FANs. A pesquisa também reforça que, apesar dos avanços no monitoramento e na compreensão desses eventos, ainda existem lacunas na mitigação e no controle dessas florações, como mostrado pela insuficiência das políticas ambientais para prevenir ou reduzir o impacto deste surto em setembro. Embora o estudo tenha fornecido uma análise detalhada e clara da relação entre as variáveis climáticas e as FANs, algumas limitações foram identificadas. A escassez de dados in situ em certos períodos e a dependência de dados de sensoriamento remoto podem ter restringido a precisão de algumas projeções. Além disso, a complexidade dos processos oceânicos e suas interações com factores antrópicos locais exigem abordagens mais integradas no futuro.

No entanto, os resultados apresentados aqui oferecem uma contribuição importante para a compreensão dos impactos das FANs na costa de Angola, realçando a urgência de acções preventivas e políticas públicas que enfrentem não só os efeitos imediatos, mas também os factores subjacentes ligados às alterações climáticas.

Referências

ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D.; HALLEGRAEFF, G. M. Progress in understanding harmful algal blooms: paradigm shifts and new technologies for research, monitoring, and management. **Review of Marine Science**, v. 14, p. 35-67, 2022.

BEAUGRAND, G. **Marine biodiversity:** Climatic Variability and Global Change, London: Routledge, Oceans Editor, 2015, 474 pp.

BEHRENFELD, M. J.; O'MALLEY, R. T.; SIEGEL, D. A.; BOSS, E. Satellite-detected fluorescence reveals global physiology of ocean phytoplankton. **Nature**, v. 500, n. 7462, p. 341-345, 2021.

Coelho, P. A. de S. **Caracterização e distribuição do fitoplâncton na zona norte da costa angolana em Agosto de 2002.** Trabalho de conclusão de curso (Biologia). Universidade Agostinho Neto, Luanda, 59pp.

HALLEGRAEFF, GUSTAAF M. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. **Journal of Phycology,** v. 46, n. 2, p. 220-235, 2010.

IAIN, S.; DAVID, R. **Plankton**: A guide to their ecology and monitoring, Austrália, Editora CSIRO, 2009, 256 pp.

NATHÁLIA O. DE CASTRO; GLEYCI A DE OLIVEIRA MOSER (2012). **Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais.**

NELSON, G. Equatorial wind and atmospheric pressure spectra as metrics for primary productivity in the Benguela system. **South African Journal of Marine Science**, v. 12,

p. 19-28, 1992.

NETO D. S. *et al.* Comunicação oral sobre Abundância, distribuição e taxonomia de fitoplâncton e blooms ao longo da costa angolana. **12as Jornadas Científicas e Técnicas do INIP, Luanda**, 17 e 18 de Novembro, 2005.

PITCHER, G. C.; LAMONT, T.; BERNARD, S. The Benguela upwelling system: Implications for marine pollution. **Regional Studies in Marine Science**, v. 33, p. 100875, 2019.

SILVA S. C. P. **Contribuição para estudo da comunidade fitoplanctónica na costa angolana.** Trabalho de conclusão de curso (Biologia). Faculdade de Ciências, Universidade Agostinho Neto, Luanda, 2003, 79 pp.



Rio Pacaás Novos/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

6

Condicionantes político e socioeconômicos na redução de riscos de desastres



REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN PARAGUAY: ENTRE LA UTOPÍA Y LA REALIDAD

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES NO PARAGUAI: ENTRE A UTOPIA E A REALIDADE

DISASTER RISK REDUCTION IN PARAGUAY: BETWEEN UTOPIA AND REALITY

RÉDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHES AU PARAGUAY : ENTRE UTOPIE ET RÉALITÉ

Angelina Trinidad-Da Silva[1]

1 Licenciada en Sociología, Máster en Gestión de Desastres, Doctora en Geografía. Docente en la Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Asunción. Consultora en temas de acción colectiva e incertidumbre climática y educación en emergencias. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2094-4549. E-mail: hola.angelinat@gmail.com.

Introducción

Paraguay se encuentra expuesto a múltiples amenazas de origen natural y antrópico, y a pesar de su crecimiento económico en los últimos años, una gran parte de su población ha visto incrementada su vulnerabilidad.

A lo largo de su historia, este país ha sido escenario de diversos eventos adversos que han dejado profundas cicatrices, tanto en términos de pérdidas humanas como de impactos en el medio ambiente, la infraestructura y la economía nacional.

Esta realidad ha puesto de manifiesto la necesidad apremiante de fortalecer las capacidades nacionales en materia de reducción de riesgos de desastres (RRD) para anticipar, prevenir y mitigar sus efectos devastadores.

Enfoque Teórico y Metodológico

El presente capítulo se enmarca dentro de un enfoque teórico basado en la geografía del riesgo y la perspectiva de la RRD. Esta aproximación reconoce que los desastres son resultado de la interacción entre amenazas naturales y vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales construidas históricamente (Wilches-Chaux, 1993; Lavell, 2003).

Desde esta óptica, se analizan los condicionantes políticos, económicos y sociales que han moldeado los avances y limitaciones en la RRD en Paraguay, considerando factores como el marco institucional, las políticas públicas, la capacidad técnica y financiera, y la coordinación interinstitucional e intersectorial.

La metodología empleada combina un enfoque descriptivo y analítico, basado en la revisión exhaustiva de fuentes documentales, como informes gubernamentales, leyes y normativas, publicaciones académicas, y datos estadísticos oficiales. Asimismo, se realizó un análisis crítico de la evolución histórica de la gestión de desastres en Paraguay, identificando eventos clave que han impulsado o dificultado el avance en la RRD.

Se adopta una perspectiva multidisciplinaria, integrando conceptos y enfoques de la geografía, la sociología del riesgo, la economía, la gestión ambiental y la gobernanza, para comprender de manera holística la complejidad de los procesos que configuran los riesgos de desastres en el país.

Finalmente, se emplean herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo para examinar los datos y extraer conclusiones sobre los desafíos y oportunidades para fortalecer el sistema de RRD en Paraguay, considerando el contexto local y los marcos internacionales vigentes, como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.

Características geográficas, climáticas y socioeconómicas de Paraguay

Paraguay, un país sin litoral marítimo, se ubica en la zona centro-sur de América del Sur, entre los paralelos 19º 18' y 27º 3' de latitud Sur y los meridianos 54º 15' y 62º 38' Oeste de Greenwich. Limita al Norte con Brasil y Bolivia, al Este con Brasil y Argentina, al Sur con Argentina, y al Oeste con Bolivia y Argentina. El territorio nacional se divide en dos regiones naturales: la Región Oriental (compuesta por trece departamentos y la capital Asunción) y la Región Occidental o Chaco (con cuatro departamentos). El trópico de Capricornio atraviesa casi exactamente la parte central del país (INE, 2023a).

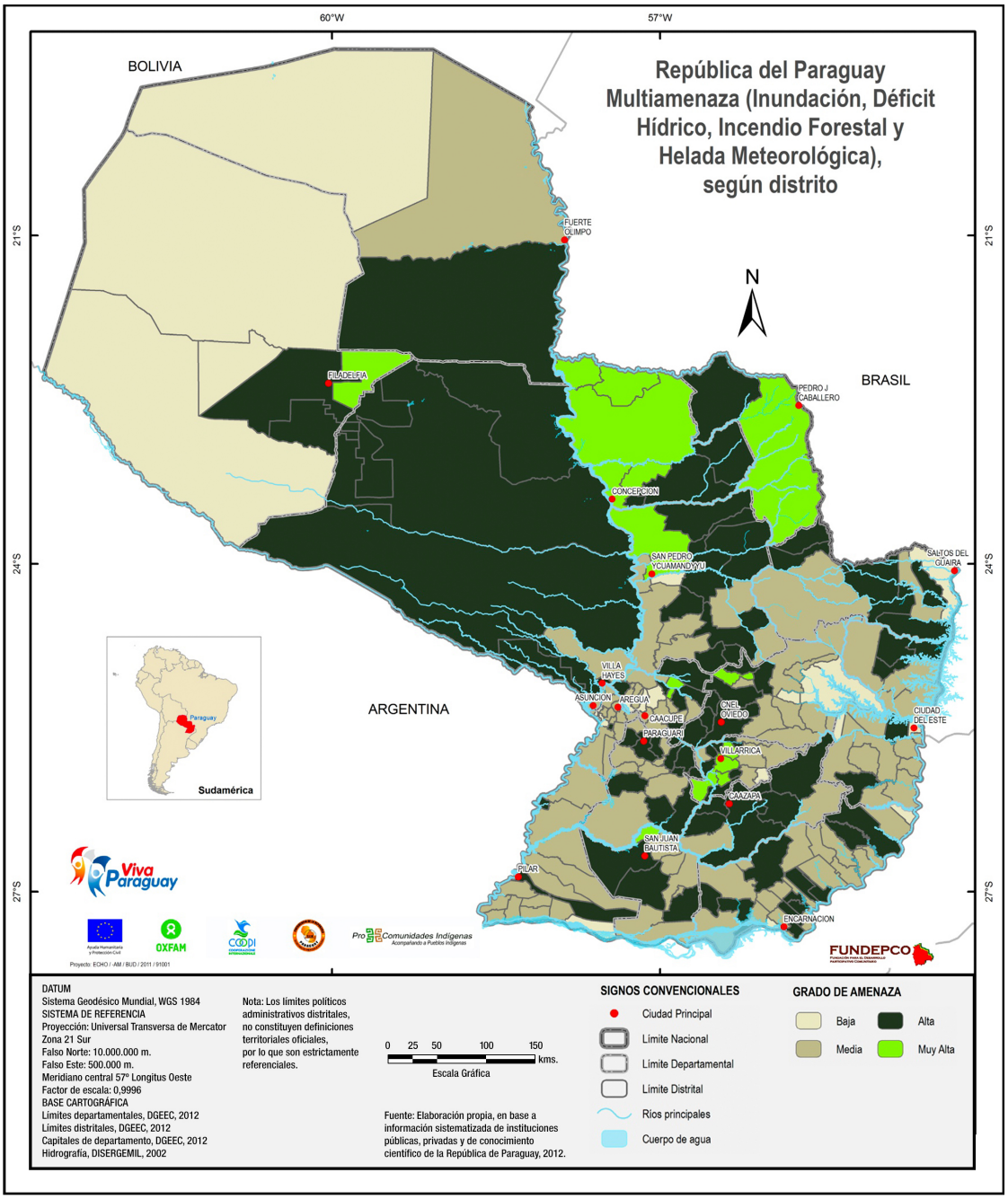
El sistema orográfico principal lo conforman las cordilleras de Amambay, Mbaracayú y Caaguazú. Los ríos Paraguay y Paraná son vitales para la navegación y la conexión con el mundo. El clima varía de templado a tropical y semiárido, dependiendo de la región. Los eventos meteorológicos más frecuentes son tormentas, vientos fuertes, precipitaciones intensas, olas de calor, sequías y frentes fríos (CEPAL, 2014; INE, 2023a). En marzo de 2024, el evento de El Niño (de moderado a fuerte) no tuvo el impacto previsto sobre el país, ya que no se registraron las lluvias pronosticadas; sin embargo, prevalecieron las altas temperaturas en todo el territorio. Por otro lado, es importante destacar que se registraron eventos extremos puntuales como tormentas, inundaciones y olas de calor (DMH, 2024).

La población paraguaya es pluricultural y bilingüe. En 2023, el país tenía 7.554.796 habitantes, siendo la población urbana (63,7%) mayor que la rural (36,3%). En el año 2022, la población indígena se conforma por 140.039 habitantes, provenientes de cinco familias lingüísticas (Guaraní, Lengua Maskoy, Mataco Mataguayo, Zamuco y Guaicurú), y la mayoría (88%) reside en áreas rurales (INE, 2022; 2023; 2023a).

Paraguay ocupa el puesto 97 entre 141 economías según el Índice de Competitividad Global (GCI) del 2019, lo que refleja su complejidad económica. El Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de Paraguay en el año 2023 fue de 5.771 dólares. En la composición del PIB según los grandes sectores económicos, destaca la producción de servicios (52%), seguida de la industria (36%) y, finalmente, el sector agrícola (12%). Además, el sector informal comprende la reexportación de bienes de consumo importados a países vecinos, así como las actividades de miles de microempresas y vendedores ambulantes urbanos (Ministerio de Hacienda, 2022; Oficina Económica y Comercial de España en Asunción, 2023).

La economía paraguaya depende en gran medida del sector primario, como la agricultura y la ganadería, lo que la hace vulnerable a las condiciones climáticas e impacta negativamente en los sectores del transporte fluvial y las exportaciones (CEPAL, 2014; INE; 2013; Oxford Analytica, 2023).

Según el informe del Atlas de Riesgos de Paraguay (2018b), las principales amenazas que enfrenta el país son las siguientes: inundaciones, escasez de agua (sequías), heladas, incendios forestales y tormentas. En la Figura 1 se observa el mapa multiamenaza del año 2012 según distrito. Los distritos con un mayor grado de amenaza se ubican en la Región Occidental o Chaco y en la zona centro de la Región Oriental.



Fuente: SEN (2018b).

Figura 1. Mapa multiamenaza 2012 (inundación, déficit hídrico, incendio forestal y helada meteorológica), según distrito.

El Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en la Región de América Latina y el Caribe situó al país en la categoría de "riesgo extremo" en 2014, debido a factores como la pobreza, la desigualdad y los medios de subsistencia vulnerables (MADES, 2020). En 2022, el 17,6% de la población paraguaya se encontraba en situación de pobreza multidimensional, con una incidencia mucho mayor en áreas rurales (36,62%) que en urbanas (7,35%) (INE, 2023b). Por otro lado, en el país se ha producido un proceso de migración desde las zonas rurales hacia los centros urbanos del país en busca

de mayores oportunidades educativas y laborales. Asimismo, otro factor que impulsa la migración es el problema de la desigualdad en la distribución y tenencia de tierras en áreas rurales (SEAM/PNUD/FMAM, 2017).

La comprensión de las características geográficas, climáticas y socioeconómicas de Paraguay es fundamental para contextualizar los riesgos de desastres y diseñar estrategias efectivas de RRD. Autores como Wilches-Chaux (1993) y Lavell (2003) destacan la importancia de analizar los factores físicos, ambientales, sociales y económicos que moldean la vulnerabilidad de las comunidades y su exposición a las amenazas naturales, lo cual es clave desde la perspectiva de la enseñanza de la Geografía.

Desastres históricos en Paraguay

Los desastres provocan una grave disrupción en el funcionamiento de las comunidades o sociedades a cualquier escala, debido a la interacción de fenómenos peligrosos con condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad insuficiente, ocasionando pérdidas e impactos en vidas humanas, bienes materiales, economía y medio ambiente (Naciones Unidas, 2015). Según Shtob (2022), los desastres también deben poner de manifiesto las desigualdades políticas y sociales sistémicas, abarcando las circunstancias históricas y la diferenciación de poder.

El análisis histórico de los desastres en Paraguay desde una perspectiva geográfica permite comprender los patrones espaciales, las causas subyacentes y los impactos territoriales de estos eventos (Cutter, 2003). Asimismo, como señala Malhue (2020), el conocimiento de los desastres históricos puede contribuir a la comprensión de las dinámicas territoriales y a la toma de decisiones más acertadas en relación con la mitigación de riesgos y la gestión de emergencias.

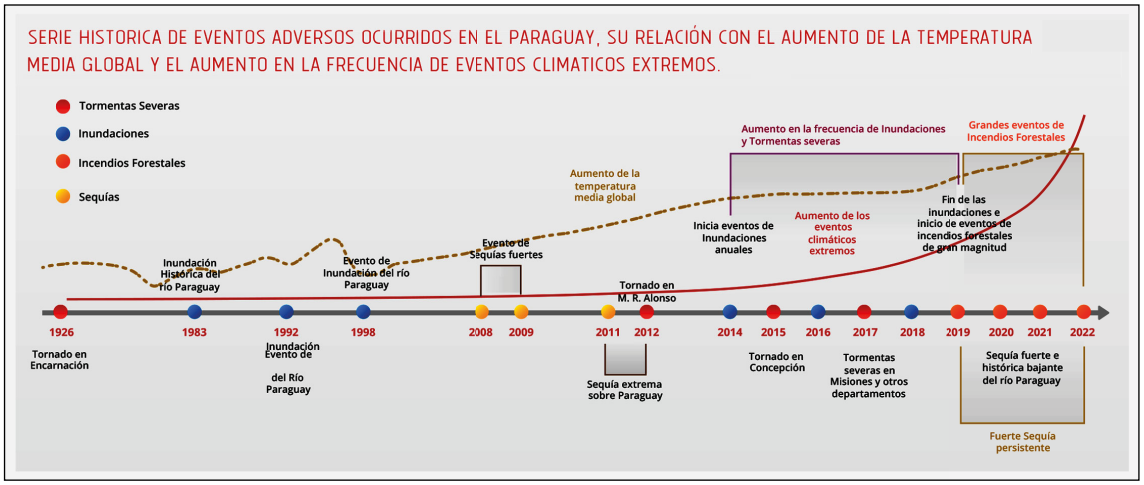
Paraguay ha sido escenario de diversos eventos adversos que han dejado un profundo impacto en el territorio, la población y la estructura socioeconómica del país. Estos hitos representan puntos de inflexión en la evolución de las estrategias nacionales para la RRD. Entre los principales acontecimientos históricos relacionados con desastres en Paraguay, se encuentran:

a. La Guerra de la Triple Alianza (1865-1870), en la que participaron Argentina, Brasil y Uruguay, provocó el fallecimiento de 250.000 personas de una población estimada en 500.000 habitantes al inicio del conflicto. La agricultura y la ganadería quedaron devastadas, y las obras de infraestructura y sistemas de comunicación fueron destruidos, dejando al país en estado de desabastecimiento (Rodríguez Alcalá, 2011);

b. El Ciclón de Encarnación en 1926, en el Departamento de Itapúa, una tromba formada por vientos huracanados de hasta 200 kilómetros por hora proveniente del río Paraná azotó la ciudad de Encarnación, causando devastación a su paso y registrando cerca de 400 fallecidos (Ovelar, 2023);

c. En 1978, un repentino torbellino sobre el río Paraguay en el Departamento de Concepción provocó el naufragio del buque Myriam Adela, que transportaba 160 pasajeros y 17 toneladas de carga, logrando sobrevivir únicamente 47 personas (Riveros, 2024);
d. La Tragedia de Ykúa Bolaños en 2004, en la ciudad de Asunción, donde una violenta explosión y el cierre de las puertas en un supermercado causaron la muerte de 367 personas (El Nacional, 2023).

Además, el país ha enfrentado desastres como tormentas, inundaciones e inundaciones repentinas que han afectado a varios distritos. En la Figura 2 se presenta una serie histórica de eventos adversos ocurridos en Paraguay y su relación con el aumento de la temperatura media global y la frecuencia de eventos climáticos extremos.



Fuente: MADES/PNUD/FMAM (2023).

Figura 2. Eventos ocurridos en Paraguay 1926-2022.

¿Transformación tras la tragedia?

Previo a la tragedia de Ykúa Bolaños, la respuesta a situaciones de emergencia y desastres en Paraguay se encontraba fragmentada entre diversas instituciones que actuaban de forma independiente, como los Bomberos Voluntarios, la Dirección de Beneficencia y Ayuda Social, el Comité de Iglesias para Ayudas de Emergencia (CIPAE), el Comité de Emergencia (CEM), la Cruz Roja y las Fuerzas Militares.

El siniestro ocurrido en Ykúa Bolaños en 2004 marcó un punto de inflexión en el país, ya que la conmoción generada por el desastre visibilizó la carencia de capacidades para gestionar y responder de manera adecuada y coordinada a los eventos adversos.

Tras la tragedia de Ykúa Bolaños, se despertó o aumentó el interés de las organizaciones no gubernamentales para movilizar recursos de la cooperación internacional y abordar la RRD en los sectores gubernamental, educativo y comunitario y solo en los casos de necesidad de respuesta humanitaria.

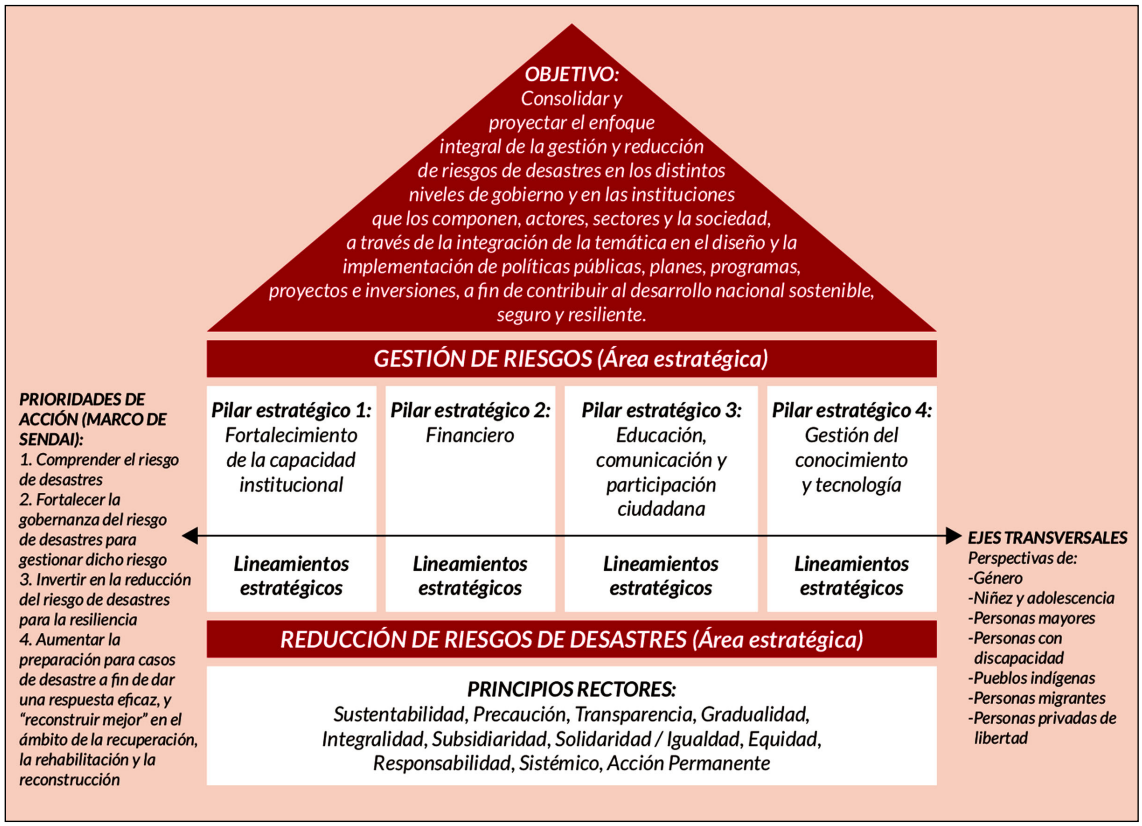
En consecuencia, se desarrollaron proyectos financiados por el Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO), el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Federación Internacional de la Cruz Roja y Media Luna Roja.

En el año 2005, a nivel gubernamental, el Comité de Emergencia, dependiente del Ministerio del Interior, logró ascender a la categoría de Secretaría Ejecutiva de la Presidencia de la República, dando origen a la Secretaría de Emergencia Nacional (Cámara de Diputados, 2005).

Secretaria de Emergencia Nacional-SEN

Creación

La SEN, creada por Ley N.º 2615 del año 2005, es el ente rector de la gestión y reducción de riesgo de desastres en Paraguay, y es la institución responsable de coordinar con las involucradas la implementación de la Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos (Imagen 3), la cual contiene los principios orientadores de estrategias, programas, proyectos y acciones en materia de reducción de riesgos en el país (SEN, 2018).



Fuente: SEN (2018a).

Figura 3. Esquema de la Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres en el Paraguay.

La creación de la SEN representó un avance significativo en la institucionalización de la gestión de riesgos de desastres en Paraguay, como señalan Maskrey (1993) y Wilches-Chaux (1993), es fundamental que este tipo de instituciones adopten un enfoque integral que aborde no solo la respuesta ante emergencias, sino también la prevención, mitigación y recuperación, involucrando activamente a las comunidades locales y diversos actores sociales.

Impulsada por la cooperación internacional en el año 2006, la SEN inició un proceso de diálogo orientado a avanzar hacia una cultura de prevención y preparación frente al riesgo de desastres, transitando de una gestión reactiva centralizada a una gestión prospectiva y correctiva descentralizada (Figura 4).

Los proyectos financiados por la cooperación internacional se enfocaron en fortalecer la capacidad de preparación ante desastres y la coordinación con instituciones para la respuesta a nivel nacional, municipal y comunitario, promoviendo la resiliencia de poblaciones vulnerables ante riesgos y desastres (DIPECHO LAC, 2013).

Esta situación posibilitó que la SEN desarrollara sus lineamientos bajo los enfoques de gobernanza y participación comunitaria, donde autores como Maskrey (1993), Wilches-Chaux (1993) y Lavell (2003) enfatizan la necesidad de una gobernanza efectiva y la participación activa de las comunidades en la toma de decisiones y acciones para la reducción de riesgos, haciendo hincapié en la importancia de la descentralización, la coordinación interinstitucional y el empoderamiento de los actores locales.

Este enfoque se gestó en el año 2008, se materializó en 2011, se desarrolló a partir de 2013 y se debilitó en 2024.



Fuente: PNUD (2014).

Figura 4. Pasos para lograr la gestión integral del riesgo descentralizada.

Los lineamientos en reducción del riesgo de desastres (RRD) que determinan el enfoque de la gestión de la SEN se encuentran subordinados al perfil de la persona designada por el gobierno de turno para ocupar el cargo. En la Tabla 1 se presentan los perfiles y las líneas políticas de los ministros y ministras que han encabezado la SEN.

Tabla 1. Ministros y ministras de la SEN.

Año	Gobierno	Ministro/a	Perfil	Enfoque
2003- 2007	ANR[2]	Arístides González	Administrativo	Reactivo
2007-2008	ANR	José key Kanazawa	Militar	Reactivo
2008-2010	FG[2]	Camilo Suarez	Sociólogo	Correctivo, Reactivo
2010-2012	FG	Gladys Cardozo	Sin datos	Correctivo, Reactivo
2012- 2014	PLRA[2]	Rafael Valdez	Bombero	Reactivo
2014- 2022	ANR	Joaquín Roa	Técnico RRD	Prospectivo, Reactivo
2022-2023	ANR	Zunilda Borja	Docente	Reactivo
2023- actualidad	ANR	Arsenio Zárate	Militar	Reactivo

Fuente: Elaboración propia (2024).

Se puede apreciar en la Tabla 1 que, en diecinueve años de vida institucional, sólo dos ministros tuvieron un perfil que se correspondía con el área de RRD. En la trayectoria operativa de la SEN, ha prevalecido el enfoque de gestión reactiva.

Por otro lado, es una utopía pensar que las políticas y lineamientos de la SEN tendrán continuidad a pesar de los cambios de gobierno. Las decisiones adoptadas no se prolongan en el tiempo, incluso si el mismo partido político se mantiene en el poder. A esta situación se suma el hecho de que las iniciativas y proyectos de RRD son financiados únicamente por la cooperación internacional e implementados por socios locales.

Financiamiento y capacidad técnica

El presupuesto de la SEN se compone principalmente del Fondo Nacional de Emergencia (FONE), que proviene del 10% de las recaudaciones fiscales del impuesto selectivo al consumo de cigarrillos y bebidas alcohólicas. La Tabla 2 muestra la ejecución presupuestaria del año 2022, desglosada por fuente de financiamiento y montos en guaraníes y dólares estadounidenses.

Tabla 2. Ejecución presupuestaria 2022.

Fuente de financiamiento	Ejecutado al 31/12/2022 Gs	Ejecutado al 31/12/2022 USD
Recursos del Tesoro	58.832.177.554	8.114.783,11
Recursos del Crédito Público	8.000.000.000	1.103.448,27
Recursos institucionales (aporte entidad con fines sociales o FONE)	17.708.997.620	2.442.620,36
Total	84.541.175.174	11.660.851,75

Fuente: Memoria Anual Periodo 2022. SEN (2022).

En cuanto a la capacidad técnica, los gestores de RRD requieren una variedad de habilidades y competencias profesionales, incluyendo la preparación, gestión y mitigación de desastres, así como la respuesta y recuperación ante los mismos. También deben poseer habilidades de liderazgo, toma de decisiones, planificación y organización de los procesos de RRD (Hung *et al.,* 2023; Tolentino, 2021).

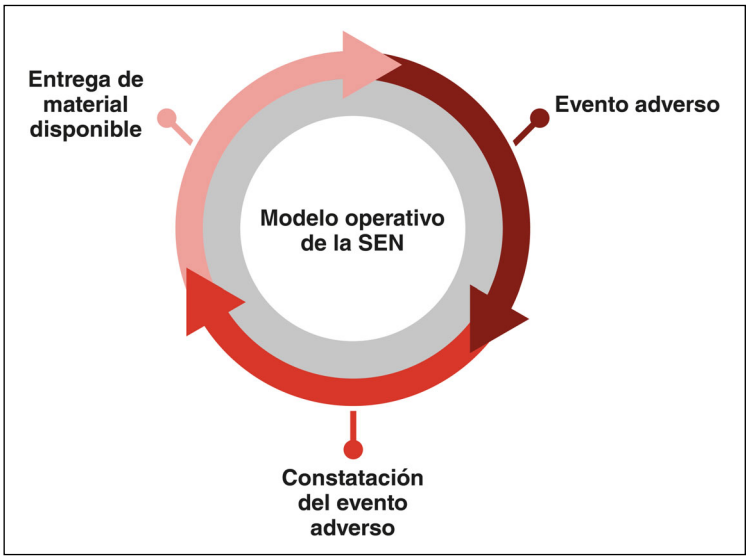
Según datos de la Secretaría de la Función Pública (SFP), la SEN cerró el 2023 con 717 funcionarios, de los cuales el 10% es de carácter permanente, el 1% está comisionado desde otras instituciones, y el 89% es contratado. Este último tipo de vinculación depende, en ocasiones, de la disponibilidad de recursos institucionales del FONE. Los salarios del personal oscilan entre 8.383.000 guaraníes (1.156,28 dólares) para el cargo de Director General, 4.500.000 guaraníes (620,69 dólares) para mandos medios, y 2.550.307 guaraníes (351,77 dólares) para auxiliares, además de bonificaciones y viáticos. La mayoría de los funcionarios tienen formación de bachiller.

Es crucial contar con capacitación continua en RRD con un enfoque multisectorial integral, particularmente en países en desarrollo como Paraguay. Los gestores de RRD deben tener un perfil profesional sólido que abarque amplios conocimientos y habilidades para responder eficazmente a situaciones de riesgo.

Gestión operativa

El modelo operativo actual de la SEN (Figura 5) se enfoca en responder a eventos adversos mediante la entrega de materiales para la refacción de espacios destinados al cobijo y alimentos. Cuando ocurre un evento, las personas afectadas o las municipalidades denuncian a la Comisaría de Policía Local, esta denuncia es remitida a la SEN en Asunción. Posteriormente, se envían equipos para constatar y entregar insumos como maderas, placas de fibrocemento, kits de alimentos, colchones y mantas. Sin embargo, este proceso puede demorar días o semanas. Por otro lado, si el evento adverso tiene visibilidad mediática o interviene algún dirigente político la asistencia se agiliza.

La coordinación con las instancias departamentales y locales suele ser mínima, limitándose al acompañamiento de funcionarios para la entrega de los materiales. Estas intervenciones generan informes internos, pero no están disponibles públicamente. A marzo de 2024, las acciones y medidas de la SEN solo cubren la respuesta, y no otros procesos de la RRD como la rehabilitación o la reconstrucción. Por lo tanto, no se puede considerar que implemente una gestión reactiva completa.



Fuente: Elaboración propia 2024).

Figura 5. Modelo operativo de la SEN.

A partir de 2024, la SEN ha aumentado el diálogo con otras instituciones gubernamentales, según lo refleja en su página web, para mejorar su gestión en cuanto a sistemas de alerta temprana, comunicación social del riesgo y capacitación de funcionarios.

Perspectiva actual de la RRD

El cambio climático (CC) y la RRD se encuentran estrechamente vinculados, ya que el calentamiento global conlleva un aumento en la frecuencia e intensidad de las amenazas naturales, lo cual se traduce en un mayor número de eventos adversos (Islam *et al.*, 2020; Perney; Leone, 2023). Tanto la RRD como la adaptación al cambio climático (ACC) comparten el objetivo común de reducir los riesgos e impactos asociados a los peligros relacionados con el clima. En consecuencia, la integración de ambas temáticas es crucial para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y fortalecer la resiliencia frente al cambio climático, lo cual requiere un enfoque transdisciplinario y transectorial que combine la ciencia, la política y la práctica (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, Paraguay ratificó en 2015 los principales instrumentos internacionales en el marco de la Agenda 2030, incluyendo el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, los ODS y el Acuerdo de París sobre Cambio Climático. Si bien estos marcos acercaron conceptualmente las temáticas de CC y RRD a nivel local, persisten algunas diferencias conceptuales. No obstante, la financiación provista por la cooperación internacional facilitó que el gobierno paraguayo pudiera conciliar ambas áreas y visualizar la similitud de sus objetivos y acciones.

Como resultado, el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) considera actualmente que la RRD está incluida dentro de la temática del CC, centrándose

en tomar medidas prioritarias para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las comunidades y ecosistemas con relación al impacto del cambio climático, con base en la RRD (MADES/PNUD/FMAM; 2023; MADES, 2017). Esta perspectiva podría haber llevado a que las iniciativas y proyectos de la cooperación internacional refrendados por el gobierno paraguayo prioricen las acciones relacionadas directamente con el CC, en detrimento de aquellas enfocadas en fortalecer al sector de la RRD.

A pesar de los esfuerzos de la cooperación internacional por impulsar medidas vinculantes de forma interinstitucional, en la práctica no se ha logrado una coordinación real, efectiva y sostenible entre la SEN y el MADES, esto se evidencia en cuestiones básicas como la elaboración de materiales o la implementación de acciones conjuntas a nivel territorial.

Por ejemplo, a nivel municipal, se elaboran de forma separada el Plan de ACC y el Plan RRD cuando podrían complementarse en un solo documento. Según datos del MADES (2024), sólo 23 de los 244 municipios del país cuentan con un Plan de Acción Climática (Cuadro 1), elaborado en el marco de consultorías externas al MADES y sin la participación de la SEN en su mayoría. Por otro lado, no se especifica si estos planes fueron refrendados por ordenanzas municipales para su implementación ni si cuentan con un presupuesto anual asignado.

Cuadro 1. Planes de acción climática.

Proyecto	Implementación	Ciudad para la que realizó el Plan
Proyecto YVYJARÝI: Ciudadanía frente al Cambio Climático. Implementado por la	Fundación Friedrich Ebert (FES) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO), y cofinanciados con fondos de la Unión Europea.	Asunción, Bella Vista, Capitán Miranda, Carmen del Paraná, Ciudad del Este, Mariano Roque Alonso.
Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas"	Fundación Avina en coordinación con la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, y el MADES financiado por el Fondo Verde para el Clima	Isla Pucú, Juan Manuel Frutos, José Domingo Ocampos, Mauricio José Troche, Minga guazú, Ñacunday, RI 3 Corrales, Santa Rosa del Mbutuy, Simón Bolivar, Tempiapora, Yaguarón, Yrybucua.
Proyecto Gran Chaco PROADAPT	Fundación Avina y cofinanciado por el Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo (FOMIN/BID) y el Fondo Nórdico de Desarrollo (FND)	Irala Fernandez. Filadelfia, Loma Plata, Mariscal Estigarribia, Bahia Negra.

Fuente: MADES (2024). Elaboración propia (2024).

Esta falta de coordinación interinstitucional contrasta con los desafíos planteados en la memoria anual de la SEN para 2022, donde se mencionan desafíos que no menciona al CC ni al MADES de forma directa.

En la memoria anual de la SEN 2022, entre los principales desafíos se citan:

a. Fortalecer los vínculos con instituciones del sector privado y sociedad civil;
b. Avanzar en el proceso de construcción de una cultura de prevención;
c. Integrar la RRD en las instituciones del gobierno central y subnacional (creación de instancias de RRD y presupuesto vinculado);
d. Incrementar los mecanismos de participación ciudadana con criterios consensuados;
e. Seguir fortaleciendo a la institución rectora de RRD.

Si bien se espera una coordinación entre la SEN y el MADES, en el enfoque del MADES se percibe que los proyectos de adaptación y mitigación al CC en Paraguay invisibilizan las acciones de RRD y restan importancia al propio marco de RRD. Esta situación podría disminuir el impacto del cambio de paradigma de pasar de una gestión reactiva a una gestión prospectiva y correctiva fundamentada en la Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos. Este desplazamiento o absorción de la RRD dejaría de lado componentes esenciales como la comunicación social del riesgo, los sistemas de alerta temprana, la administración de desastres y la recuperación post-desastre.

Para abordar de manera efectiva el CC y los riesgos de desastres, es crucial fortalecer la gobernanza entre la RRD y el CC, promoviendo la transparencia, la inclusión, la participación colectiva y la eficiencia, con el fin de reducir los riesgos existentes y evitar la creación de nuevos riesgos (Naciones Unidas, 2015).

Desafíos y oportunidades

Paraguay enfrenta importantes desafíos estructurales y de capacidad institucional, también cuenta con oportunidades significativas para fortalecer su sistema de RRD, aprovechando los compromisos internacionales asumidos y la experiencia acumulada, siempre que exista una voluntad política sostenida en el tiempo.

Desafíos

Uno de los principales desafíos consiste en mantener la continuidad y coherencia de las políticas y lineamientos para la RRD, superando los cambios de gobierno y autoridades en la SEN. Otro aspecto crítico implica evolucionar desde un enfoque mayormente reactivo hacia uno más proactivo y preventivo, enfatizando la prevención y mitigación de riesgos en el contexto de CC. Es fundamental fortalecer las capacidades técnicas e institucionales de la SEN, asegurando recursos humanos y financieros adecuados y sostenibles.

La integración efectiva de la RRD con las políticas de ACC en todos los niveles gubernamentales es indispensable. Asimismo, la descentralización de la RRD implica la participación activa y significativa de los gobiernos departamentales, municipales y

las comunidades locales, lo cual constituye otro aspecto complejo. Fomentar una sólida participación ciudadana y coordinar estrechamente con el sector privado y la sociedad civil representan desafíos significativos. Por último, mejorar los sistemas de alerta temprana, la comunicación del riesgo y la preparación ante desastres es otro reto importante que abordar.

Oportunidades

Paraguay tiene el escenario propicio para aprovechar los marcos internacionales que ha ratificado, como el Marco de Sendai, los ODS y el Acuerdo de París, para impulsar una agenda que integre la RRD y la ACC. Asimismo, el país cuenta con la oportunidad de capitalizar la experiencia y lecciones aprendidas de los proyectos y la asistencia técnica brindada por la cooperación internacional en el pasado en el ámbito de la RRD.

Otra situación clave radica en fortalecer la coordinación interinstitucional entre la SEN, el MADES y otras entidades gubernamentales relevantes, lo cual facilita una gestión integral de riesgos. En la misma línea, incorporar los conocimientos y saberes locales de las comunidades indígenas y rurales en la identificación de riesgos y el diseño de medidas de adaptación constituye una valiosa coyuntura para enriquecer los enfoques y soluciones.

Promover la investigación y la generación de información actualizada sobre amenazas, vulnerabilidades y riesgos a nivel local y nacional representa una oportunidad adicional para consolidar la toma de decisiones basada en evidencia. Desarrollar programas de capacitación y sensibilización sobre la importancia de la RRD y la construcción de resiliencia, dirigidos a diversos actores y niveles de la sociedad, es otra situación relevante que aprovechar. Finalmente, explorar mecanismos innovadores de financiamiento, complementarios a los recursos provenientes de la cooperación internacional, se erige como una oportunidad significativa para asegurar la sostenibilidad de las acciones en esta materia.

Paraguay tiene la oportunidad de consolidar un sistema integral de reducción del riesgo de desastres, aprovechando los saberes locales, impulsando la innovación y explorando mecanismos de financiamiento sostenibles. Con una voluntad política firme, una visión a largo plazo y la participación activa de todos los sectores de la sociedad, es posible construir comunidades más resilientes y un futuro más seguro para las generaciones presentes y futuras.

Nota

2 ANR: Asociación Nacional Republicana, Partido Colorado, se encuentra instalado en el poder desde hace setenta y seis años. Con la excepción de un interludio de la oposición entre 2008 y 2013 que gobernó el Frente Guazú- FG y el Partido Liberal Auténtico-PLRA.

Referencias

CÁMARA DE DIPUTADOS. **Ley N.º 2615**. Crea La Secretaría De Emergencia Nacional (S.E.N.). Biblioteca y Archivo del Congreso Nacional. Acceso: Febrero 17, 2024. Disponible en: <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2410/ley-n-2615-crea-la-secretaria-de-emergencia-nacional-sen>. 2005.

CEPAL. **La economía del cambio climático en el Paraguay** (LC/W.617). Acceso: Marzo 15, 2024. Disponible en: ,https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/94ffb772-66fe-4aef-81e9-babebe6295bf/content>. 2014.

CUTTER, S. L. The vulnerability of science and the science of vulnerability. **Annals of the Association of American Geographers**, 93(1), 1-12. https://doi.org/10.1111/1467-8306.93101. 2003.

DIPECHO LAC. **Paraguay DIPECHO LAC**. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://dipecholac.net/sites/paraguay/contenido/75-paraguay.html>. 2013.

DMH. **Boletín Agrometeorológico.** Dirección de Meteorología e Hidrología. Acceso marzo 14, 2024. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2024/02/Boletin_Agro_actualizado_enero-1.pdf>. 2024.

EL NACIONAL. **Ycuá Bolaños:** a 19 años una de las peores tragedias que sufrió el Paraguay. El Nacional. Disponible en: <https://elnacional.com.py/nacionales/2023/08/01/ycua-bolanos-a-19-anos-una-de-las-peores-tragedias-que-sufrio-el-paraguay/>. 2023.

HUNG, K. C. K.; MACDERMOT, M.; KAYANO, R.; ABRAHAMS, J.; HUDA, Q.; CHAN, E.; GRAHAM, C. Evidence Mapping Survey on Professional Development Programs and Courses in Health Emergency and Disaster Risk Management. **Prehospital and Disaster Medicine**, 38(1). doi: 10.1017/s1049023x2300376x. 2023.

INE. Características de la economía paraguaya. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/194f_Caracteristicas%20de%20la%20economia%20Paraguaya%20WEB.pdf>. 2013.

INE. **Tríptico censo indígena castellano**. INE. Acceso: marzo 12, 2024, Disponible en: <https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/237/TRIPTICO-CENSO-INDIGENA-CASTELLANO.pdf>. 2022.

INE. **Proyección de la Población por Sexo y Edad, 2023**. INE. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/211/000_Paraguay_2023.pdf>. 2023.

INE. **Compendio Estadístico Ambiental 2021**. Acceso: marzo 10; 2024, Disponible en: <https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/239/Compendio%20Estad%C3%ADstico%20Ambiental%202021.pdf>. 2023a.

INE. **Informe del INE muestra que 17,6% de la población total está en situación de pobreza multidimensional**. Acceso: marzo 15,2024. Disponible en: <https://www.ine.gov.py/noticias/1676/informe-del-ine-muestra-que-176-de-la-poblacion-total-esta-en-

situacion-de-pobreza-multidimensional>. 2023b.

ISLAM, S.; CHU, C.; SMART, J. C.; LIEW, L. Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: A systematic literature review. **Climate and Development**, 12(3), 255-267. https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1613217. 2020.

LAVELL, A. **La gestión local del riesgo:** nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. PreventionWeb. Disponible en: <https://www.preventionweb.net/files/8039_8093gestionlocal1.pdf>. 2003.

MADES. **Guía para planes locales de adaptación al cambio climático**. DNCC. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/08/Gu%C3%ADa-para-planes-locales-de-adaptaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>. 2017.

MADES. **Adaptación ante el cambio climático en el Paraguay** – Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Acceso: febrero 15, 2024. Disponible en: <https://www.mades.gov.py/2020/05/25/adaptacion-ante-el-cambio-climatico-en-el-paraguay/>. 2020.

MADES. **Planes de Acción Climática a Nivel Local con énfasis en Adaptación**. DNCC. Acceso: Marzo 15, 2024. Disponible en: < http://dncc.mades.gov.py/planes-de-accion-climatica-a-nivel-local-con-enfasis-en-adaptacion>. 2024.

MADES/PNUD/FMAM. **Cuarta comunicación nacional del Paraguay**. Dirección Nacional de Cambio Climático. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2023/09/Cuarta-Comunicaci%C3%B3n-Nacional-de-Paraguay_UNFCCC1.pdf>. 2023.

Malhue, A. H. La educación geográfica y el riesgo de desastres en las escuelas municipales del área urbana de Constitución, Chile. **Revista de Historia y Geografía**, (42), 159-187. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8453587. 2020.

MASKREY, A. Vulnerability accumulation in peripheral regions in Latin America: the challenge for disaster prevention and management. In: **Natural disasters:** protecting vulnerable communities: Proceedings of the Conference held in London, 13(15), 461-472. Disponible en: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/epdf/10.1680/ndpvc.19362.0037>. 1993.

MINISTERIO DE HACIENDA. **Perfil Económico y Comercial** – Paraguay Agosto de 2022. Ministerio de Hacienda. Acceso: Marzo 10, 2024. Disponible en: < https://www.economia.gov.py/index.php/download_file/view_inline/648>. 2022.

NACIONES UNIDAS. **Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres**. PreventionWeb. Acceso: marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf>. 2015.

OFICINA ECONÓMICA Y COMERCIAL DE ESPAÑA EN ASUNCIÓN. **Informes de Secretaría:** Informe Económico y Comercial. ICEX. Acceso: marzo 10, 2024. Disponible en: <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/010/

documentos/2023/06/informe-econ%C3%B3mico-y-comercial/informe-economico-comercial-paraguay-2023.pdf>. 2023.

OVELAR, P. **A 97 años del tornado que marcó la historia trágica de Encarnación - Nacionales**. ABC Color. Disponible en: <https://www.abc.com.py/nacionales/2023/09/20/a-97-anos-del-tornado-que-marco-la-historia-tragica-de-encarnacion/>. 2023.

OXFORD ANALYTICA. **Climate disruptions bring long-term impact in Paraguay. Expert Briefings**. Doi: 10.1108/oxan-db277928. 2023.

PERNEY, M.; LEONE, M. Local governance and collaborative tools in climate change adaptation and disaster risk reduction strategies. **EGU General Assembly Conference Abstracts**. Doi: 10.5194/egusphere-egu23-16484. 2023.

PNUD. **Caja de herramientas de la Gestión y Reducción de riesgos**. PNUD. 2014.

RIVEROS, J. **A 46 años del naufragio de Myriam Adela, la mayor tragedia fluvial del país**. Última Hora. Disponible en: <https://www.ultimahora.com/a-46-anos-del-naufragio-de-myriam-adela-la-mayor-tragedia-fluvial-del-pais>. 2024.

RODRÍGUEZ ALCALÁ, G. **La Guerra de la Triple Alianza, 1864 al 1870**|Ñorairõ Guazú, 1864 guive 1870 peve. Secretaría Nacional de Cultura. Disponible en: <https://cultura.gov.py/2011/05/la-guerra-de-la-triple-alianza-1864-70/>. 2011.

SEAM/PNUD/FMAM. **Tercera comunicación nacional de Paraguay**. UNFCCC. Acceso: marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/45107_Paraguay-NC3-1-NC3%20PARAGUAY.pdf>. 2017.

SEN. **Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai 2018-2022**. Secretaría de Emergencia Nacional. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.sen.gov.py/application/files/8415/9188/1538/PNIMS_2018-2022.pdf>. 2018.

SEN. **Política Nacional de Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres**. Secretaría de Emergencia Nacional. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: < https://www.sen.gov.py/application/files/8015/9188/4586/Politica_Nacional_de_Gestion_y_Reduccion_de_Riesgos__2018.pdf>. 2018a.

SEN. **Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay**. Secretaría de Emergencia Nacional. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.sen.gov.py/application/files/9015/9862/5498/Atlas_de_Riesgos_de_Desastres_de_la_Republica_del_Paraguay_2018.pdf>. 2018b.

SEN. **Memoria anual Periodo 2022**. SEN. Acceso: Marzo 5, 2024. Disponible en: <https://www.sen.gov.py/application/files/7516/7391/7070/Memoriasen22.pdf>. 2022.

SFP. **Portal SFP**. Portal SFP. Acceso: Marzo 15, 2024. Disponible en: < https://datos.sfp.gov.py/visualizaciones/resumen>. 2024.

SHTOB, D. The Impact of Natural Disasters on Systemic Political and Social Inequities in the United States. **Contemporary Sociology**, 51(6), 455-456. https://doi.org/10.1177/0094306122112966. 2022.

TOLENTINO, K. Education in Emergency-The School Managers' Practices on Risk

Reduction and Management of Disaster. **Journal of Education, Management and Development Studies**, 1(1), 10-23. 10.52631/JEMDS.V1I1.5. 2021.

WILCHES-CHAUX, G. **La vulnerabilidad global**. Disponible en: <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>. 1993.



Rio Pacaás Novos/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

7

O protagonismo das mulheres na organização de comunidades atingidas por eventos climáticos extremos



THE LEADING ROLE OF WOMEN IN COMMUNITY ORGANIZING AFFECTED BY EXTREME WEATHER EVENTS

SA LIDERANÇA DAS MULHERES EM ORGANIZAÇÕES COMUNITÁRIAS AFETADAS POR EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

LE RÔLE DE PREMIER PLAN DES FEMMES DANS L'ORGANISATION COMMUNAUTAIRE TOUCHÉ PAR DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES ÉVÉNEMENTS

EL PAPEL PROTAGÓNICO DE LAS MUJERES EN LA ORGANIZACIÓN COMUNITARIA AFECTADA POR FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Monica Sanders[1]

1 JD, LL.M, Founder/CEO, The Undivide Project, Adjunct Professor of Law, Georgetown University Law Center; Affiliated Researcher, The Earth Commons, Georgetown University. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8970-7405. E-mail: monica@theundivideproject.org.

Extreme weather events encompass a range of severe natural occurrences such as hurricanes, floods, droughts, and heatwaves. These events disrupt communities, causing significant damage to infrastructure, loss of lives, and economic setbacks. Beyond physical destruction, the impacts of extreme weather events extend to the mental and social well-being of affected populations. Vulnerable groups, including women, children, the elderly, and marginalized communities, often bear a disproportionate share of the adverse effects. For instance, during Hurricane Katrina, women, particularly those from minority communities, faced higher risks and challenges in evacuation, recovery, and long-term rebuilding efforts (Enarson, 2012).

Introduction: Importance of Gender-Sensitive Approaches in Disaster Risk Reduction (DRR)

Recognizing the distinct experiences of men, women, and gender minorities during disasters is crucial for effective disaster risk reduction (DRR). Gender-sensitive approaches acknowledge that societal norms, roles, and access to resources vary across genders, influencing how individuals and groups experience and respond to disasters. Integrating gender perspectives into DRR policies and practices ensures that the specific needs and contributions of all genders are addressed, leading to more effective and equitable disaster resilience (UNDRR, 2022).

Women's roles in community organizing and resilience-building are indispensable. Their local knowledge, social networks, and caregiving responsibilities position them uniquely to contribute to disaster preparedness, response, and recovery. Research shows that women often lead grassroots initiatives to address the immediate and long-term needs of their communities in the aftermath of extreme weather events (Bradshaw; Fordham, 2015). For example, women's organizations have been pivotal in coordinating relief efforts, providing psychosocial support, and advocating for equitable resource distribution in disaster-affected areas.

Gendered Impacts of Extreme Weather Events

Women face unique vulnerabilities during disasters. Factors such as limited mobility, caregiving responsibilities, and cultural norms impact their ability to cope. Pregnant women, elderly women, and female-headed households are particularly vulnerable. Traditional gender roles can both hinder and enhance resilience. Recognizing women's roles as caregivers, community organizers, and knowledge holders is crucial, yet gender norms may restrict women's access to decision-making processes and resources (Sanders, 2023).

Women's Leadership in Disaster Response and Recovery

This chapter will explore case studies highlighting women's leadership in community organizing efforts during extreme weather events. Their resilience, resourcefulness, and adaptability are inspiring. Examples will include initiatives where women played pivotal roles in disaster response and recovery, showcasing their capacity to mobilize resources, coordinate community responses, and advocate for equitable recovery efforts (Sanders, 2023).

Intersectionality and Inclusivity in Disaster Governance

Women often encounter barriers in accessing relief, information, and decision-making forums during disasters. Considering intersectionality, which includes multiple identities such as race, ethnicity, and disability, is essential to address diverse needs. Recognizing that women's experiences intersect with other factors, such as age, disability, and ethnicity, policies must be inclusive and responsive. Empowering women from marginalized backgrounds to actively participate in disaster governance is vital for ensuring inclusive disaster resilience strategies (UNDRR, 2022).

Mainstreaming Gender Considerations in DRR Policies and Practices

The chapter will conclude with policy recommendations for integrating gender perspectives into DRR. Advocating for gender-responsive policies that address specific vulnerabilities and ensuring women's representation in disaster planning, risk assessment, and decision-making bodies are key. Strategies for enhancing women's participation and leadership will include capacity-building programs for women in disaster management and promoting mentorship, training, and networking opportunities for aspiring women leaders (Sanders, 2023).

Part 2: Gendered Impacts of Extreme Weather Events

The impacts of extreme weather events are not evenly distributed across populations. Women, in particular, experience unique and compounded vulnerabilities during such events, often bearing the brunt of their effects due to existing gender inequalities. These differential impacts highlight the need for gender-sensitive approaches in disaster risk reduction (DRR) and climate resilience strategies. Understanding the specific challenges faced by women during disasters, as well as their critical roles in resilience-building, is essential for developing effective and inclusive DRR policies.

This section delves into the various ways in which extreme weather events affect women differently. It explores how factors such as limited mobility, caregiving responsibilities, and entrenched cultural norms exacerbate women's vulnerabilities

during disasters. Additionally, it examines the impact of traditional gender roles on disaster resilience, showcasing both the challenges and the strengths that women bring to community resilience efforts. Through case studies and insights from gender and climate change research, this section provides a comprehensive overview of the gendered impacts of extreme weather events.

Unique Vulnerabilities Faced by Women During Disasters

Women face unique vulnerabilities during disasters, influenced by a variety of factors including limited mobility, caregiving responsibilities, and entrenched cultural norms. These vulnerabilities often stem from existing gender inequalities that are exacerbated in times of crisis.

Understanding these differential impacts is essential for developing effective disaster risk reduction (DRR) strategies.

Limited Mobility: Women's mobility can be restricted during disasters due to physical, cultural, and logistical barriers. Pregnant women, for example, may have difficulty evacuating quickly due to their physical condition, which can complicate access to safe shelters and essential services. Elderly women, who may suffer from age-related mobility issues, also face significant challenges in evacuating and accessing relief services (ScienceDirect, 2021). Additionally, cultural norms in some societies may limit women's ability to move freely, further hindering their access to necessary resources during emergencies.

Caregiving Responsibilities: Women often bear the primary responsibility for caregiving within households, which can impact their ability to respond to and recover from disasters. This role can involve caring for children, elderly family members, and individuals with disabilities, which limits their capacity to evacuate or seek assistance promptly. For instance, during the 2004 Indian Ocean tsunami, many women were unable to flee to safety because they were caring for children or elderly relatives (Academia.edu, 2021). The burden of caregiving not only affects women's immediate response to disasters but also their long-term recovery, as they prioritize the needs of others over their own.

Cultural Norms and Societal Expectations: Cultural norms and societal expectations can further exacerbate women's vulnerabilities during disasters. In many cultures, women are expected to prioritize their family's well-being over their own safety, which can lead to increased risk and exposure during emergencies. For example, women may delay evacuation to ensure their family members are safe, or they may lack the authority to make independent decisions about evacuation and resource allocation (UN Women, 2023). These norms also affect women's access to information and resources, as they may rely on male family members to convey important disaster-related information.

Impact of Gender Norms and Roles on Disaster Resilience

Traditional gender roles play a significant role in shaping disaster resilience. Recognizing and addressing these roles is crucial for developing inclusive and effective DRR strategies. Gender norms can either hinder or enhance resilience, depending on how they influence women's access to resources, decision-making processes, and their roles within communities.

Hindering Resilience: Gender norms can restrict women's access to decision-making processes and resources, limiting their ability to contribute to disaster resilience. For instance, women often have less access to financial resources and land ownership, which are critical for rebuilding and recovery efforts. This economic disparity means that women may have fewer savings to draw upon in times of crisis and less access to credit or loans for recovery (Springer, 2021).

Additionally, women are often excluded from formal decision-making forums, which can result in their needs and perspectives being overlooked in disaster planning and response strategies.

Enhancing Resilience: Despite these challenges, traditional gender roles can also enhance resilience by recognizing and leveraging women's roles as caregivers, community organizers, and knowledge holders. Women's extensive experience in managing household resources and caring for family members positions them uniquely to contribute to community-based resilience efforts. For example, women often have detailed knowledge of local resources and social networks, which can be invaluable during disaster response and recovery (IOM, 2020). Their roles as caregivers also mean they are often the first to recognize and respond to the needs of vulnerable family members during emergencies.

Women's leadership in community organizing can significantly enhance disaster resilience. Women-led initiatives often prioritize the needs of the most vulnerable and work to ensure equitable distribution of resources. In many disaster-affected areas, women's groups have played crucial roles in coordinating relief efforts, providing psychosocial support, and advocating for the rights and needs of women and children (Google Books, 2011). These initiatives not only address immediate needs but also contribute to long-term resilience by building social capital and strengthening community ties.

Examples of Women's Differential Vulnerabilities and Resilience

Several case studies illustrate the differential vulnerabilities of women during disasters and their contributions to resilience-building efforts. These examples highlight the importance of integrating gender perspectives into DRR policies and practices.

Pregnant Women and New Mothers: Pregnant women and new mothers face unique challenges during disasters, including limited access to healthcare, nutrition, and safe

shelter. During the 2010 Haiti earthquake, many pregnant women struggled to access prenatal and postnatal care, leading to increased maternal and infant mortality rates. Relief efforts often failed to address these specific needs, highlighting the importance of gender-sensitive disaster planning (UN Women, 2023).

Elderly Women: Elderly women are particularly vulnerable during disasters due to mobility issues and health concerns. During Hurricane Katrina in 2005, elderly women were among the hardest hit, facing significant barriers in evacuation and recovery. Many lacked the physical ability to evacuate independently and had limited access to transportation and healthcare services. This vulnerability underscores the need for targeted support and resources for elderly women in disaster contexts (ScienceDirect, 2021).

Female-Headed Households: Female-headed households often face economic and social challenges that make them more vulnerable to disasters. In many cases, these households have lower incomes and fewer financial resources, limiting their ability to prepare for and recover from disasters. For example, in the aftermath of the 2004 Indian Ocean tsunami, female-headed households in Sri Lanka experienced higher levels of food insecurity and economic instability compared to male-headed households (Academia.edu, 2021). These challenges highlight the need for DRR strategies that address the specific needs of female-headed households.

Insights from Gender and Climate Change Studies

The intersection of gender and climate change further underscores the need for gender-sensitive approaches in disaster contexts. Studies have shown that climate change exacerbates gender inequalities, making women more vulnerable to its impacts. For instance, in regions where agriculture is a primary livelihood, women, who often manage subsistence farming, face significant challenges due to changing weather patterns and reduced agricultural yields. This economic vulnerability is compounded by limited access to financial resources and land ownership (Springer, 2021).

Additionally, gendered impacts of climate change are evident in the increased burden on women to secure water, food, and energy for their households. In many developing countries, women and girls are primarily responsible for collecting water, a task that becomes more arduous during droughts and extreme weather events. This increased burden can limit their educational and economic opportunities, perpetuating cycles of poverty and vulnerability (UN Women, 2023).

Studies have also highlighted the coping mechanisms employed by women and other vulnerable groups in the face of climate change. These mechanisms often involve leveraging local knowledge, social networks, and traditional practices to adapt to changing conditions. For example, in Bangladesh, women have developed innovative farming techniques and crop diversification strategies to cope with flooding and salinity

intrusion. These adaptive strategies not only enhance their resilience but also contribute to community-wide resilience efforts (Springer, 2021).

Strategies to Address Differential Vulnerabilities

To effectively address the differential vulnerabilities of women during disasters, it is essential to implement targeted strategies that recognize and address these unique challenges. The following recommendations provide a framework for developing gender-sensitive DRR policies and practices:

1. Incorporate Gender Analysis in Disaster Planning: Gender analysis should be an integral part of disaster planning and response. This involves collecting and analyzing gender-disaggregated data to understand the specific needs and vulnerabilities of women, men, and gender minorities. Such data can inform the development of targeted interventions that address the unique challenges faced by different groups (UN Women, 2023);
2. Promote Women's Participation in Decision-Making: Ensuring women's participation in decision-making processes is crucial for developing inclusive and effective DRR strategies. This can be achieved through quotas, targeted recruitment, and capacity-building programs that empower women to take on leadership roles in disaster management. Women's involvement in decision-making can ensure that their needs and perspectives are adequately represented in disaster planning and response efforts (Springer, 2021);
3. Strengthen Economic Support for Women: Providing economic support to women can enhance their resilience to disasters. This includes access to financial resources, credit, and insurance, as well as programs that support women's livelihoods and economic empowerment. Economic stability enables women to better prepare for, respond to, and recover from disasters, reducing their vulnerability (IOM, 2020);
4. Develop Gender-Sensitive Emergency Services: Emergency services should be designed to meet the specific needs of women, including pregnant women, new mothers, and women with disabilities. This includes providing gender-sensitive healthcare, safe shelters, and targeted support services. Ensuring that emergency services are accessible and responsive to the needs of women can significantly enhance their resilience during disasters (ScienceDirect, 2021);
5. Foster Community-Based Resilience Initiatives: Supporting community-based resilience initiatives led by women can strengthen disaster preparedness and response efforts. Women's groups and CBOs can play a vital role in mobilizing resources, providing support, and advocating for gender-sensitive policies. These initiatives can build social capital and enhance community resilience, ensuring that the needs of the most vulnerable are addressed (Google Books, 2011). By adopting gender-sensitive approaches and promoting women's participation in disaster governance, policymakers and practitioners can enhance community resilience and build a more equitable and sustainable future.

Women's roles in disaster risk reduction are defined by more than their needs, but also their unique capacity to lead. Following are examples of the impact of women's ability to lead when properly resourced.

Part 3: Women's Leadership in Disaster Response and Recovery

Women's leadership in disaster risk governance is increasingly recognized as essential for effective disaster response and recovery. Their leadership in these efforts is vital for fostering community resilience and ensuring that the needs of the most vulnerable are addressed.

Research indicates that women's capabilities in disaster recovery and resilience must be acknowledged, utilized, and supported to enhance community resilience. Women's unique perspectives, knowledge, and skills contribute to more comprehensive and inclusive disaster management strategies, ensuring that the needs of diverse populations are addressed (ScienceDirect, 2018; Tandfonline, 2020).

Several case studies illustrate the pivotal roles women have played in disaster response and recovery. These examples highlight the resilience, resourcefulness, and leadership of women in various disaster contexts, from the 2004 Indian Ocean tsunami to the 2015 Nepal earthquake and beyond. By examining these case studies, we can better understand the critical contributions of women and the importance of integrating gender perspectives into disaster risk reduction (DRR) policies and practices.

Community Organizing in the Aftermath of the 2004 Indian Ocean Tsunami

The 2004 Indian Ocean tsunami devastated many coastal communities across South and Southeast Asia. In the aftermath, women's leadership was instrumental in organizing relief efforts and rebuilding communities. In Aceh, Indonesia, women took on leadership roles in local organizations, coordinating the distribution of aid and resources to affected families. Their deep understanding of community needs and social networks enabled them to effectively prioritize and address the needs of the most vulnerable, including women, children, and the elderly (UN Women, 2023).

One notable example is the work of the Acehnese Women's Network (Jaringan Perempuan Aceh, JPA), which played a pivotal role in mobilizing resources and advocating for gender-sensitive approaches in the relief and reconstruction efforts. The JPA's efforts included setting up women's centers that provide psychosocial support, skills training, and livelihood opportunities for women affected by the tsunami. These centers not only addressed immediate needs but also empowered women to actively participate in the recovery process and contribute to long-term community resilience (Google Books, 2011).

In addition to these efforts, women in Aceh organized and led community meetings to discuss recovery plans and prioritize resource allocation. Their involvement ensured that the voices of women and other marginalized groups were heard and considered in

the decision-making process. This inclusive approach helped to rebuild trust within the community and foster a sense of ownership and collaboration in the recovery efforts.

Furthermore, women-led initiatives in Aceh focused on addressing the specific needs of female-headed households, who were particularly vulnerable after the tsunami. These initiatives provided financial assistance, vocational training, and support for small business development, enabling women to rebuild their livelihoods and gain economic independence. By empowering women economically, these programs contributed to the overall resilience of the community and reduced the long-term impacts of the disaster.

Women-Led Disaster Response in Nepal Earthquake 2015

The 2015 earthquake in Nepal caused widespread destruction, affecting millions of people. In the aftermath, women emerged as key leaders in disaster response and recovery efforts.

Women-led organizations and networks, such as the Women's Rehabilitation Center (WOREC) and the Nepal Mahila Ekata Samaj (NMES), were at the forefront of relief operations, providing essential services and support to affected communities.

These organizations leveraged their grassroots networks to ensure that aid reached the most vulnerable populations, including women, children, and marginalized groups. WOREC, for instance, established safe spaces for women and girls, where they could access health services, psychosocial support, and legal assistance. These safe spaces also served as hubs for disseminating critical information on hygiene, nutrition, and disaster preparedness, thereby enhancing the overall resilience of the community (Springer, 2021). In addition to direct relief efforts, women leaders in Nepal played a crucial role in advocating for inclusive policies and practices in disaster management. Their efforts led to the incorporation of gender-sensitive approaches in national and local disaster response plans, ensuring that the specific needs and vulnerabilities of women and girls were addressed in the recovery process (ScienceDirect, 2021).

One of the significant impacts of women's leadership in Nepal was the emphasis on psychosocial support. Understanding that mental health is a critical aspect of recovery,

women-led initiatives provided counseling services and support groups for those affected by the earthquake. These programs helped individuals cope with trauma and rebuild their lives, contributing to the overall resilience of the community.

Women's groups in Nepal took on the responsibility of rebuilding homes and infrastructure. Through collective efforts, they organized labor, secured building materials, and worked with local authorities to ensure that reconstruction efforts were safe and sustainable. Their leadership in these activities not only expedited the recovery process but also ensured that the rebuilt structures were more resilient to future disasters.

Women's Leadership in Disaster Response in the Caribbean

The Caribbean region is frequently affected by hurricanes and other extreme weather events, which pose significant challenges to local communities. Women's leadership has been a critical factor in enhancing disaster resilience and response in this region. In the aftermath of Hurricane Maria in 2017, women in Puerto Rico and Dominica took on leadership roles in community organizing and relief efforts.

In Puerto Rico, women's organizations such as Taller Salud and Proyecto Matria played pivotal roles in coordinating relief efforts and providing essential services to affected communities.

These organizations focused on addressing the specific needs of women and marginalized groups, including access to healthcare, housing, and legal support. Taller Salud, for instance, established community health brigades that provided medical care, mental health support, and hygiene supplies to women and families affected by the hurricane (Academia.edu, 2021).

Similarly, in Dominica, women leaders were instrumental in the recovery efforts following Hurricane Maria. The Dominica National Council of Women (DNCW) mobilized resources and coordinated with international organizations to provide relief and support to affected communities. Their efforts included the distribution of food, water, and essential supplies, as well as the establishment of safe spaces for women and children. The DNCW also advocated for the inclusion of women in decision-making processes related to disaster recovery and resilience-building, ensuring that their voices were heard and their needs were addressed (Springer, 2021).

In addition to immediate relief efforts, women in the Caribbean have been active in promoting disaster preparedness and risk reduction. For example, women-led organizations have conducted training sessions on emergency response, first aid, and sustainable farming practices to enhance community resilience. These initiatives have empowered women to take on leadership roles in their communities and contribute to long-term disaster resilience.

The leadership of women in the Caribbean has also extended to policy advocacy. Women's groups have worked with local governments and international agencies to develop gender-sensitive disaster risk reduction plans and policies. Their efforts have ensured that the specific needs and perspectives of women are considered in disaster management, leading to more inclusive and effective strategies.

Women's Leadership in Post-Disaster Reconstruction in Bangladesh

Bangladesh is highly vulnerable to natural disasters such as cyclones, floods, and storm surges. Women's leadership has been crucial in the country's efforts to enhance

disaster resilience and recovery. After Cyclone Sidr in 2007, women in the coastal regions of Bangladesh played a key role in community organizing and rebuilding efforts.

Women's groups and local organizations, such as the Bangladesh Rural Advancement Committee (BRAC) and the Association for Social Advancement (ASA), were at the forefront of relief operations. These organizations provided emergency aid, including food, water, and shelter, and implemented programs to support long-term recovery and resilience. Women leaders in these organizations facilitated community meetings, mobilized resources, and coordinated with government and international agencies to ensure that the needs of affected communities were met (UN Women, 2023).

In addition to their roles in immediate relief efforts, women in Bangladesh have been active in promoting disaster preparedness and risk reduction. Through community-based disaster management programs, women have been trained in early warning systems, evacuation procedures, and emergency response. These programs have empowered women to take on leadership roles in their communities and contribute to building a culture of resilience (Google Books, 2011).

One of the significant achievements of women's leadership in Bangladesh has been the establishment of community-based early warning systems. Women have been trained to monitor weather patterns, communicate warnings, and coordinate evacuation efforts. This grassroots approach has proven to be highly effective in reducing the impacts of cyclones and floods, saving lives, and minimizing damage.

Women's groups have also played a critical role in rebuilding livelihoods after disasters. By providing training and support for small businesses and agricultural activities, these groups have helped women regain economic independence and stability. This economic empowerment has been a key factor in enhancing community resilience and ensuring sustainable recovery.

Assessing Gender Leadership and Cultural Aspects in Disaster Response: The Beirut Explosion

The 2020 Beirut explosion highlighted the critical role of women in disaster response and recovery in a highly complex and challenging context. Women-led organizations in Beirut mobilized quickly to provide immediate relief and support to affected communities. These efforts included distributing food, medical supplies, and hygiene kits, as well as offering psychosocial support to those traumatized by the explosion.

Organizations like the Lebanese Women's Council and other local NGOs focused on addressing the specific needs of women and children, who were disproportionately affected by the disaster. Their work emphasized the importance of understanding cultural contexts and leveraging local knowledge to effectively respond to and recover from disasters (Oxford, 2020). The leadership demonstrated by these women was instrumental in ensuring a coordinated and culturally sensitive response, highlighting the value of women's involvement in disaster governance.

One of the key strategies employed by women leaders in Beirut was the establishment of community kitchens and food distribution centers. These initiatives not only provided essential sustenance to affected families but also created spaces for community members to come together, share their experiences, and support one another. This sense of community solidarity was crucial in the aftermath of the explosion, helping individuals cope with the trauma and stress of the disaster.

Women's groups in Beirut also played a vital role in advocating for the rights and needs of marginalized communities. By working closely with local authorities and international organizations, they ensured that relief efforts were inclusive and equitable. Their advocacy efforts led to the implementation of gender-sensitive policies and practices in the recovery process, addressing the specific challenges faced by women and girls.

Studying Up on Women and Disaster: Elite Women's Group Following Hurricane Katrina

The response to Hurricane Katrina in 2005 offers a unique perspective on women's leadership in disaster contexts. An elite group of women in New Orleans, the "Women of the Storm," known for their social and political influence, played a significant role in the recovery efforts following the hurricane. These women leveraged their networks and resources to advocate for equitable distribution of aid and to address the long-term recovery needs of the community (SAGE Journals, 2010).

Their efforts included fundraising, policy advocacy, and the establishment of initiatives aimed at rebuilding and revitalizing affected neighborhoods. This case study underscores the importance of leveraging the skills and influence of women across different social strata to enhance disaster response and recovery efforts. It also highlights the need for inclusive approaches that recognize and support the contributions of women from diverse backgrounds in disaster management.

One of the significant achievements of this elite women's group was the establishment of a fund to support the reconstruction of schools and community centers in New Orleans. By prioritizing education and community infrastructure, these women ensured that the recovery efforts addressed not only immediate needs but also the long-term development and resilience of the community. The group also played a crucial role in advocating for policy changes at the local and national levels. Their efforts led to the implementation of more inclusive and equitable disaster management policies, ensuring that the needs of all community members were considered in the recovery process.

The case of Hurricane Katrina highlights the importance of diverse and inclusive leadership in disaster response. It demonstrates how the influence and resources of elite women can be leveraged to support comprehensive and sustainable recovery efforts.

The case studies highlighted in this section vividly illustrate the critical role that women play in disaster response and recovery. Their unique perspectives, deep community

ties, and adaptive strategies significantly enhance disaster resilience and ensure that the needs of the most vulnerable populations are addressed. These examples underscore the importance of integrating gender-sensitive approaches into disaster risk reduction (DRR) policies and practices. Recognizing and supporting women's leadership is not only essential for immediate disaster response but also for fostering long-term community resilience and sustainable recovery. By recognizing and supporting women's leadership, policymakers and practitioners can enhance the effectiveness of disaster risk reduction strategies and build more resilient communities.

Part 4: Challenges Faced by Women in Accessing Resources and Decision-Making Processes

Disasters exacerbate existing social inequalities, often leaving women disproportionately affected. One of the critical challenges women face during disasters is accessing essential resources and information. Relief efforts frequently overlook the specific needs of women, such as reproductive health supplies, sanitary products, and gender-sensitive medical care.

Moreover, logistical issues and cultural norms can restrict women's mobility, limiting their ability to reach relief centers and access aid (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2021).

Additionally, women are often excluded from decision-making forums during disaster response and recovery phases. Traditional gender roles and societal norms frequently relegate women to secondary roles, despite their significant contributions to community resilience. This exclusion not only hampers the effectiveness of disaster management strategies but also perpetuates gender inequalities. Women's voices and perspectives are crucial for comprehensive disaster governance, yet they remain underrepresented in policy-making bodies and emergency planning committees (FEMA, 2021).

Intersectionality, the concept of considering multiple, overlapping identities and their impact on an individual's experience, is essential in addressing these diverse needs. Women of color, women with disabilities, and those from low-income backgrounds face compounded barriers during disasters. For instance, a Black woman with a disability might encounter both racial discrimination and physical accessibility challenges when seeking disaster relief (IGI Global, 2022). Recognizing these intersecting identities is crucial for creating inclusive and effective DRR policies.

Importance of Intersectional Approaches in Ensuring Inclusivity

To ensure inclusivity in disaster governance, it is essential to adopt an intersectional approach that recognizes and addresses the diverse experiences and needs of women.

Intersectionality considers how various factors such as age, disability, ethnicity, socioeconomic status, and geographic location interact to shape individuals' experiences during disasters. Policies and practices that fail to account for these intersecting identities often fall short of addressing the real and varied needs of affected populations.

Women's experiences during disasters are not monolithic. For instance, elderly women might face mobility issues that younger women do not, while women from ethnic minority groups might experience discrimination that affects their access to relief services. By incorporating an intersectional lens, disaster governance can become more inclusive and responsive. This approach acknowledges that policies must be flexible and adaptable to cater to a wide range of needs and circumstances (Lund University, 2021).

One of the critical steps in adopting an intersectional approach is ensuring that data collection and analysis during disaster planning and response are disaggregated by gender, age, ethnicity, disability, and other relevant factors. This detailed data can help identify specific vulnerabilities and capacities within communities, enabling more targeted and effective interventions. For example, during the Covid-19 pandemic, gender-disaggregated data revealed that women, especially those in frontline health roles and informal sectors, were disproportionately affected by the crisis (Wiley Online Library, 2022).

Empowering Women from Marginalized Backgrounds to Actively Participate in Disaster Governance

Empowering women, particularly those from marginalized backgrounds, to actively participate in disaster governance is vital for creating resilient communities. This empowerment involves addressing structural barriers that prevent women from participating in decision-making processes and ensuring they have the resources and support needed to engage effectively.

One effective strategy is the establishment of deep relationships with community-based organizations (CBOs) and women's groups focused on disaster preparedness and response. These groups can serve as platforms for women to voice their concerns, share their knowledge, and take collective action. For example, in many rural areas, women's groups have successfully mobilized resources and coordinated community responses to natural disasters, leveraging their local knowledge and social networks (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2021).

Capacity-building programs tailored for women can enhance their skills and confidence to participate in disaster governance. Training on leadership, negotiation, and technical aspects of disaster management can empower women to take on more prominent roles in their communities. For instance, programs that teach women how to conduct risk assessments or develop emergency plans can significantly improve community resilience (IGI Global, 2022).

Mentorship and networking opportunities are also crucial for supporting aspiring women leaders. By connecting experienced female leaders with emerging ones, mentorship programs can provide guidance, support, and inspiration. Networking opportunities, such as conferences and workshops, facilitate knowledge sharing and collaboration among women in the field, fostering a strong community of women leaders who can drive gender-responsive DRR efforts (Day One Project, 2022).

Legal and policy reforms are necessary to create an enabling environment for women's participation in disaster governance. This includes enacting laws that protect women's rights and ensure their representation in decision-making bodies. Policies should also address specific barriers such as land and property rights, access to financial resources, and protection from gender-based violence. Strengthening these frameworks can promote gender equity and ensure that women have the support they need to contribute effectively to DRR (FEMA, 2021).

Finally, fostering an inclusive culture within disaster management institutions is essential. This involves promoting diversity and inclusion at all levels, from local emergency response teams to national disaster management agencies. Training programs that raise awareness about gender biases and encourage inclusive practices can help create a more supportive environment for women. Institutions should also implement policies that promote work-life balance and support women's professional growth and development (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2021).

Part 5: Mainstreaming Gender Considerations in DRR Policies and Practices

To effectively mitigate the impacts of extreme weather events and build resilient communities, it is crucial to integrate gender perspectives into disaster risk reduction (DRR) policies and practices. This integration ensures that the unique vulnerabilities and contributions of women and gender minorities are recognized and addressed, leading to more inclusive and effective disaster resilience strategies. The following policy recommendations aim to mainstream gender considerations in DRR:

1. Advocate for Gender-Responsive Policies: Policymakers must prioritize the development and implementation of DRR policies that address the distinct vulnerabilities and needs of women and other gender minorities. This includes recognizing the differential impacts of disasters on various genders and designing interventions that cater to these differences. For instance, recovery programs should provide targeted support for female-headed households, which often face unique economic and social challenges during and after disasters (UNDRR, 2023);

2. Ensure Women's Representation in Disaster Planning and Decision-Making: Women's representation in disaster planning, risk assessment, and decision-making bodies is crucial for creating inclusive and effective DRR strategies. Women bring valuable perspectives

and local knowledge that can enhance community resilience. Efforts should be made to include women at all levels of disaster governance, from community-based organizations to national disaster management authorities (UNDP, 2021);

3. Develop Gender-Sensitive Indicators and Monitoring Systems: Establishing gender-sensitive indicators and monitoring systems ensures that DRR policies and programs are evaluated for their impact on different genders. These indicators should measure progress in achieving gender equity in DRR, such as the number of women in leadership positions, access to resources and services, and the effectiveness of gender-specific interventions. Regular monitoring and evaluation can help identify gaps and areas for improvement, ensuring continuous progress towards gender-responsive DRR (UNDP, 2021).

Strategies for Enhancing Women's Participation and Leadership

Empowering women to participate and lead in disaster management is essential for building resilient communities. Enhancing women's participation and leadership in DRR not only addresses gender inequities but also leverages women's unique perspectives and skills to strengthen disaster resilience. The following strategies can enhance women's participation and leadership in DRR:

1. Encourage Capacity-Building Programs for Women in Disaster Management: Capacity-building programs that provide training and resources for women in disaster management can enhance their skills and confidence to take on leadership roles. These programs should cover various aspects of disaster management, including risk assessment, emergency response, and recovery planning. Additionally, training on leadership, negotiation, and advocacy can empower women to effectively participate in decision-making processes and advocate for their communities (Day One Project, 2022);

2. Promote Mentorship, Training, and Networking Opportunities: Mentorship programs can connect experienced female leaders with emerging leaders, providing guidance, support, and inspiration. Networking opportunities, such as conferences and workshops, can facilitate knowledge sharing and collaboration among women in the field. These initiatives can help build a strong community of women leaders who can drive gender-responsive DRR efforts (UNDP, 2021);

3. Implement Gender-Responsive Budgeting in DRR: Gender-responsive budgeting ensures that financial resources are allocated to address the specific needs of women and other gender minorities in disaster management. This involves analyzing budget allocations and expenditures from a gender perspective and ensuring that sufficient funds are directed towards gender-responsive programs and initiatives (UNDRR, 2023);

4. Strengthen Legal and Policy Frameworks to Support Gender Equity in DRR: Legal and policy frameworks should be strengthened to promote gender equity in DRR. This includes enacting laws and policies that protect women's rights and ensure their participation in

disaster management. Legal frameworks should also address issues such as land and property rights, access to resources, and protection from gender-based violence in disaster contexts. Strengthening these frameworks can create an enabling environment for women to participate and lead in DRR efforts (UNDP, 2021).

There is a pressing need for tailored policies and practices that acknowledge and leverage the contributions of women in disaster management. By implementing these policy recommendations and strategies, policymakers and practitioners can create more inclusive, equitable, and effective disaster resilience efforts. Mainstreaming gender considerations into DRR policies and practices not only addresses the specific vulnerabilities and needs of women but also leverages their unique contributions to enhance community resilience. Policymakers, practitioners, and researchers must prioritize gender equity in all aspects of disaster resilience efforts. This commitment to gender inclusivity will ensure that all members of the community, regardless of gender, are empowered to contribute to and benefit from disaster resilience initiatives.

References

ACADEMIA.EDU. **The Confluence of Poverty, the Digital Divide, and Disaster Vulnerability on Children:** Baltimore and Puerto Rico as Case Studies. Retrieved from: <https://www.academia.edu/49821091/The_Confluence_of_Poverty_the_Digital_Divide_and_Disaster_Vulnerability_on_Children_Baltimore_and_Puerto_as_Case_Studies>. 2021.

BRADSHAW, S.; FORDHAM, M. **Women, Girls, and Disasters:** A Review for DFID. Department for International Development. 2015.

ENARSON, E. **Women Confronting Natural Disaster:** From Vulnerability to Resilience. Lynne Rienner Publishers. 2012.

SANDERS, M.C. **Day One Project.** Using a Digital Justice Framework to Improve Disaster Preparation and Response. Retrieved from: <https://www.dayoneproject.org/ideas/using-a-digital-justice-framework-to-improve-disaster-preparation-and-response/>. 2022.

FEMA. **Building Alliances for Equitable Resilience**. Federal Emergency Management Agency. Retrieved from: <https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_rnpn_building-alliances-for-equitable-r esilience.pdf>. 2021.

GOOGLE BOOKS. **Gendered Impacts of Extreme Weather Events in Latin America**. Retrieved from: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=tBlzFssoovMC&oi=fnd&pg=PA62&dq=Gendered+Impacts+of+Extreme+Weather+Events+in+latin+america&ots=AsenWOlDzK&sig=sZDGOKdZLUDpnn7sA-NPe2r0hxI#v=one>. 2011.

IGI Global. Intersectional Approaches to Disaster Management: Lessons from COVID-19.

Retrieved from: <https://www.igi-global.com/gateway/article/315125>. 2022.

IOM. **The Impact of COVID-19 on Women and Girls:** The Response of IOM in the Field. Retrieved from: <https://publications.iom.int/system/files/pdf/impacts-of-COVID-19-gender_1.pdf#page=75>. 2020.

LUND UNIVERSITY. **Enhancing Community Resilience through Social Capital and Connectedness:** Stronger Together. Retrieved from: <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/20301>. 2021.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Enhancing Community Resilience through Social Capital and Connectedness:** Stronger Together. The National Academies Press. Retrieved from: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26123/enhancing-community-resilience-through-soci al-capital-and-connectedness-stronger-together>. 2021.

OXFORD. **Assessing Gender Leadership and the Cultural Aspect of Disaster Response in Developing Contexts:** Focusing on the Case of the Beirut Explosion. Retrieved from: <https://oxfordre.com/naturalhazardscience/display/10.1093/acrefore/9780199389407.001.0001/acrefore-9780199389407-e-493>. 2020.

SAGE JOURNALS. **"Studying Up" on Women and Disaster:** An Elite Sustained Women's Group Following Hurricane Katrina. Retrieved from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/02807270100280020 5?casa_token=HZfJdz0VBdMAAAAA:RAi0_bZqr9oQA01zBQnKgCh1fsMglZKqBYGs59Sp9YpAOpPqbzeMk-zgAbfUbbx7cKU-pl7M48r2>. 2010.

SANDERS, M. C. **Repairing Us:** The Case for Acknowledging the Massive Loss of Life and Opportunities in BIPOC Communities. Medium. Retrieved from: <https://msanders-4103.medium.com/repairing-us-the-case-for-acknowledging-the-massive-loss- of-life-and-opportunities-in-bipoc-4b519eb7fcec>. 2023.

SCIENCEDIRECT. **Role of Women in Disaster Risk Governance**. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705818301796>. 2018.

SCIENCEDIRECT. **Women's Health and Climate Change**. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921004258?dgcid=coauthor>. 2021.

SPRINGER. **Gender and Climate Change: Impacts and coping mechanisms of women and special vulnerable groups**. Retrieved from: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-54249-0_10>. 2021.

TANDFONLINE. **Women's capabilities in disaster recovery and resilience must be acknowledged, utilized and supported**. Retrieved from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09589236.2020.1801397>. 2020.

UNDP. **Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive:** Policy and Practical Guidelines. United Nations Development Programme. Retrieved from: <https://www.undp.org/publications/making-disaster-risk-reduction-gender-sensitive-policy-and-practical-guidelines>. 2021.

UNDRR. **Gender-Responsive Disaster Risk Reduction**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Retrieved from: <https://www.undrr.org/publication/policy-brief-gender-responsive-disaster-risk-reduction>. 2022.

UNDRR. **20-Point Checklist for Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Retrieved from: <https://www.undrr.org/publication/20-point-checklist-making-disaster-risk-reduction-gender-sensitive>. 2023.

UNDRR. **Gender-Responsive Disaster Risk Reduction**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Retrieved from: <https://www.undrr.org/publication/policy-brief-gender-responsive-disaster-risk-reduction>. 2022.

UN WOMEN. **Gendered Impacts of Climate Change:** Evidence from Weather Shocks. Retrieved from: <https://wrd.unwomen.org/sites/default/files/2023-07/WB-gendered-impacts-climate-change.pdf>. 2023.

WILEY ONLINE LIBRARY. **Intersectional Approaches to Disaster Risk Reduction:** Addressing Gender Inequities in the Context of COVID-19. Sustainable Development, 30(1), 53-63. Retrieved from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.2684>. 2022.



Rio Jaru/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

8

Governança, políticas públicas nacionais e internacionais para a redução dos riscos de desastres



GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL: POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS

CLIMATE GOVERNANCE IN BRAZIL: PUBLIC POLICY AND INTEGRATED RISK MANAGEMENT

GOBERNANZA CLIMÁTICA EN BRASIL: POLÍTICAS PÚBLICAS Y GESTIÓN INTEGRADA DE RIESGOS

GOUVERNANCE CLIMATIQUE AU BRÉSIL: POLITIQUES PUBLIQUES ET GESTION INTÉGRÉE DES RISQUES

Karoline Fernandes Pinto Lopes[1]
Délton Winter de Carvalho[2]

1 Doutoranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Bolsista Capes. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6690-7241. E-mail: karoline.pinto@ufrn.br, karolinefernandes.p.l@gmail.com.
2 Pós-doutor pela University of California, Berkeley. Doutor em Direito pela UNISINOS. Professor da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Graduado em Direito pela UNISINOS. Professor do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da UNISINOS. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9469-5779. E-mail: delton@deltoncarvalho.com.br.

Introdução

As mudanças climáticas constituem um dos desafios globais mais prementes da atualidade, demandando respostas coordenadas e eficazes dos governos para mitigar seus impactos adversos. Nesse contexto, a administração pública desempenha um papel central na implementação de políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às novas condições ambientais. Este capítulo investiga o impacto das mudanças climáticas na sociedade e o papel da administração pública na mitigação e adaptação a esses fenômenos.

O objetivo principal do capítulo é analisar as políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas e à gestão de riscos de desastres, com foco na articulação entre os níveis de governo federal e estadual. Para alcançar esse objetivo, realizou-se uma revisão abrangente da literatura existente, cobrindo publicações de 2022 a junho de 2024, através de pesquisas nas bases de dados Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, complementada pela análise de relatórios.

A metodologia adotada é qualitativa e dedutiva, visando mapear e identificar as políticas públicas existentes e realizar um diagnóstico preliminar das necessidades para avanços futuros. Os objetivos específicos incluem: (1) coletar dados sobre políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas e à gestão de desastres em níveis federal e estadual; e (2) avaliar a articulação entre os diferentes níveis de governo na implementação dessas políticas. A escolha do período de 2022 a 2024 para a revisão da literatura baseia-se na necessidade de utilizar evidências científicas recentes sobre mudanças climáticas e gestão de riscos.

As seções subsequentes deste artigo apresentam uma análise dos conceitos atuais sobre mudanças climáticas e gestão de riscos de desastres, bem como uma avaliação das políticas públicas e instrumentos brasileiros sobre a temática. Além disso, será analisada a cooperação internacional e a gestão de riscos climáticos no contexto global. Este capítulo pretende contribuir para o avanço do conhecimento na área e para a formulação e implementação de políticas públicas na gestão de mudanças climáticas e riscos de desastres.

Referencial teórico

Mudanças climáticas e gestão de risco

A comunidade científica internacional alerta há muito tempo sobre o aumento progressivo das temperaturas globais. Desde o quarto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), afirmou-se que o aquecimento global é uma realidade concreta. Os relatórios subsequentes, como o quinto, analisaram os impactos, a adaptação, a vulnerabilidade e as mitigações necessárias para reduzir os efeitos das mudanças climáticas.

Atualmente, o IPCC está em seu sexto ciclo de avaliação e produziu o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) com a colaboração de três grupos de trabalho. O Grupo de

Trabalho I avaliou a base científica física das mudanças climáticas; o Grupo de Trabalho II analisou os impactos, a adaptação e a vulnerabilidade; e o Grupo de Trabalho III focou nas estratégias de mitigação.

A análise desses relatórios indica que a exploração excessiva dos recursos naturais, intensificada após a Revolução Industrial, agravou os impactos ambientais negativos. Entre os fenômenos causados e intensificados pela ação humana estão as mudanças climáticas (Lopes, 2023, p. 25). Pesquisadores do tema reforçam que as mudanças climáticas são um dos principais desafios globais e que a ação humana tem um papel crucial em sua intensificação (Carvalho, 2022; Carvalho, 2023).

As mudanças do clima também têm interferido no ambiente natural, artificial e social dos países. Este contexto de emergência climática tem suscitado novas posturas dos atores sociais e envolvido todas as esferas de poder. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) tem emitido relatórios, estudos e políticas que auxiliam na gestão dessa nova realidade climática. Um exemplo é o relatório *Adaptation Gap Report* 2023, que aborda a gestão de riscos climáticos, destacando a importância da coordenação multissetorial e multinível no planejamento de adaptação e a necessidade de colaboração entre diferentes setores e níveis de governo para gerenciar os impactos climáticos de forma eficaz (United Nations Environment Programme, 2023).

A consolidação das informações científicas sobre o aumento global da temperatura e suas consequências para o sistema climático, juntamente com a necessidade de ações imediatas para mitigação e adaptação climática, justifica a adoção de medidas agressivas e urgentes para combater as mudanças climáticas. Adiar tais medidas pode resultar em custos mais altos e mudanças climáticas irreversíveis, conforme argumentado por Richard Posner há quase duas décadas (Carvalho, 2022, p. 42).

Tais evidências de que a ação humana contribuiu para mudanças climáticas, as quais impactam negativamente a vida no planeta, levou 196 países ratificaram o Acordo de Paris, com o objetivo de manter a temperatura média global abaixo de 2 ºC em relação aos níveis pré-industriais até o final do século XXI, sendo necessário reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 50% até 2030.

O Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de GEE em 37% até 2025 e 43% até 2030, além de aumentar a participação de energias renováveis e bioenergia sustentável. No entanto, as emissões no Brasil aumentaram durante os últimos cinco anos, principalmente devido ao desmatamento e às mudanças de uso da terra, que representaram 49% das emissões em 2021 (Callil; Costanzo, 2023, p. 19-18).

Para conter o avanço desse processo, surge a importância do desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a temática climática, com o objetivo de fortalecer redes de cooperação e coordenação entre entes públicos, privados e a sociedade civil, buscando estabelecer mecanismos que promovam a estabilidade climática e a descarbonização do sistema atmosférico.

Nesse cenário de crise ambiental, o qual transcende fronteiras políticas e requer colaboração nacional e internacional, é imperioso que os países formulem políticas de mitigação e adaptação para enfrentar as mudanças climáticas, com transformações profundas na economia e na sociedade.

Destaca-se, que no Brasil a tutela ambiental é garantida pelo artigo 225 da Constituição Federal, que assegura um meio ambiente equilibrado para uma vida saudável. Soma-se a isso o julgamento da ADPF nº 708/DF que estabelece ao Estado o dever de garantir a proteção ambiental e cumprir os acordos internacionais, independentemente de arranjos políticos.

A referida decisão do STF reforça a obrigação do Estado em gerir adequadamente a crise climática instalada, bem como reconhece a importância dos tratados internacionais para garantir a dignidade humana e a preservação ecológica. Tal provimento judicial permitiu o fortalecimento da noção de que as políticas ambientais devem ser independentes de arranjos políticos, responsabilizando gestores públicos pela má administração das agendas ambientais e climáticas. Estabelecidos tais delineamentos, passa-se à análise das políticas públicas brasileiras relacionadas à temática.

Políticas públicas brasileiras: análise a nível federal e estadual

As políticas públicas são instrumentos para a concretização dos direitos fundamentais e da cidadania no Brasil, sendo direcionadas para enfrentar problemas através de intencionalidade pública e resposta a questões coletivas. No contexto ambiental, a preocupação com a escassez de recursos naturais e as previsões científicas reforçam a necessidade de políticas públicas ambientais[3] (Kruse; Miranda, 2024, p. 2237).

No contexto atual de emergência climática, evidencia-se a necessidade de políticas ambientais que promovam a gestão racional dos recursos naturais e abordem o direito à estabilidade climática como um direito fundamental inerente à dignidade da pessoa humana e derivado do direito a um meio ambiente equilibrado (art. 1°, III, e art. 225 da CF).

Diante dessa lacuna, observa-se a partir de 2009 o início da criação dos primeiros textos normativos que atendem diretamente ao tema das mudanças climáticas nos diferentes níveis federativos – federal, estadual e municipal – no Brasil. A nível federal, destacam-se a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelecida pela Lei nº 12.608/2012, seguidas pelo Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), Lei nº 14.904/2024.

As políticas públicas federais do Brasil para enfrentar as mudanças climáticas são diversas e abrangem áreas como financiamento, mitigação, adaptação e conservação ambiental. Destacam-se o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima)[4], o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa[5], o Programa de Ação

para Adaptação às Mudanças Climáticas (ProAdapta)[6], o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono)[7], o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)[8] e as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)[9]. Essas iniciativas interconectadas e complementares visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e fortalecer a resiliência climática do Brasil.

Essas iniciativas nacionais de políticas públicas federais estão interconectadas, criando uma rede de ações complementares que visam tanto a mitigação quanto a adaptação às mudanças climáticas. A integração entre financiamento, monitoramento de emissões, adaptação local e práticas sustentáveis forma um quadro abrangente que pode potencializar a resposta do Brasil às mudanças climáticas, embora a eficiência dessas iniciativas dependa de uma implementação coerente e contínua.

De acordo com um relatório do Banco Mundial de 2023, o Brasil tem grande potencial para se tornar um líder em energia limpa e para proteger a Amazônia. O relatório sugere que, para alcançar esses objetivos, o Brasil deve adotar um plano de desenvolvimento que aumente a produção de alimentos utilizando menos terras e que melhore a proteção das florestas.

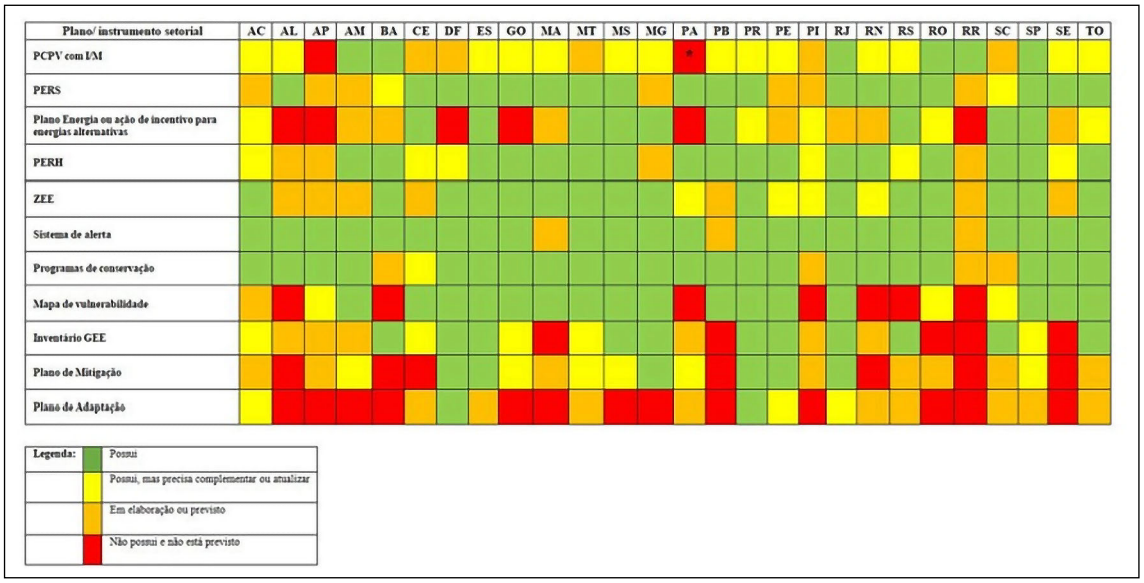
Este plano pode ajudar o Brasil a expandir sua economia e a combater as mudanças climáticas, desde que sejam feitos investimentos anuais de 0,8% do PIB até 2030. As principais recomendações incluem zerar o desmatamento ilegal até 2028, promover o manejo sustentável da terra, fortalecer a agricultura climática, capitalizar a energia renovável para a produção de hidrogênio verde e melhorar a eficiência energética. Essas ações podem permitir que o Brasil cresça economicamente ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente e combate às mudanças climáticas.

Observa-se que os estados federativos têm buscado parcerias com o governo federal e assinado diversos compromissos tanto nacionais quanto internacionais. Eles procuram financiamento internacional para alcançar metas de redução de carbono e implementar ações de adaptação às mudanças climáticas. No entanto, esses estados ainda enfrentam desafios, como a necessidade de melhorar a governança, consolidar instrumentos de gestão climática e obter recursos financeiros suficientes. Apesar dos avanços, percebe-se que as iniciativas se desenvolvem de forma isolada e carecem de um modelo de governança sistêmica integrada (Wills, 2024).

Os estados brasileiros estão avançando na gestão climática, conforme levantamento do Centro Brasil no Clima. Embora todos os entes federativos possuam algum sistema de monitoramento, alguns ainda precisam aprimorar suas iniciativas, como Bahia, Maranhão e Roraima. Apesar de terem adotado formas de regulação climática, estados como Alagoas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Rio Grande do Norte e Sergipe ainda não desenvolveram políticas específicas para enfrentar as mudanças climáticas.

Das 27 unidades federativas, apenas treze possuem planos estaduais detalhados sobre mudanças climáticas. Pará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo atualizaram recentemente seus planos. Além disso, quatorze estados já elaboraram inventários de

emissões de gases de efeito estufa, embora alguns estejam em fase de atualização. Por fim, poucos estados dispõem da infraestrutura e do orçamento necessários para enfrentar as mudanças climáticas de forma eficaz, como Pará, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul (Wills, 2024). A Figura 1 apresenta um panorama da gestão do clima nos estados brasileiros.



Fonte: Wills (2024, p.6).

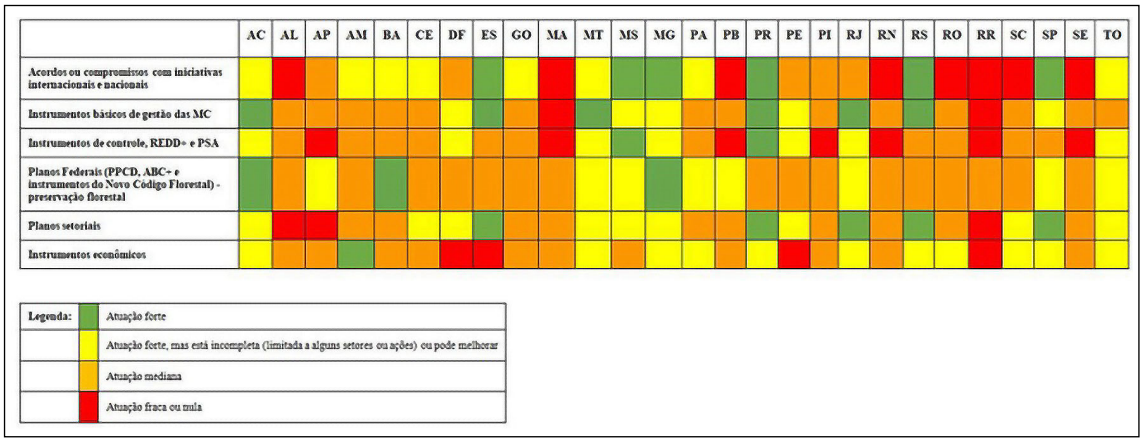
Figura 1. Avaliação quanto à existência ou desenvolvimento dos Planos setoriais estaduais.

Especificamente no que toca a Região Metropolitana de São Paulo, os autores Queiroz, Marchezini e Rodriguez (2023) analisaram a evolução da capacidade institucional da região para enfrentar mudanças climáticas, utilizando indicadores da Pesquisa Nacional de Informações Municipais (Munic) do IBGE. Eles avaliaram aspectos como gestão financeira, recursos humanos, prestação de serviços, planejamento de políticas, cultura organizacional, governança, e recursos financeiros e humanos.

A análise comparativa dos anos 2013, 2017 e 2020 do estudo acima revelou uma deterioração das capacidades institucionais ao longo do tempo, com efeitos predominantemente negativos em 2020. A única exceção foi a gestão de informação, infraestrutura e patrimônio, que manteve um efeito positivo discreto. Enquanto a gestão ambiental mostrou alguma recuperação entre 2017 e 2020, a capacidade para gestão de riscos continuou a deteriorar-se.

Os autores concluíram que as políticas voltadas para a construção da capacidade institucional para cumprir as metas do ODS 13 na região metropolitana de São Paulo têm sofrido uma significativa deterioração desde 2013, afetando todas as funções e dimensões analisadas. No entanto, evidenciam que são necessárias mais pesquisas para determinar se essa tendência é geral no Brasil ou específica em São Paulo (Queiroz; Marchezini; Rodriguez, 2023).

O relatório de 2024 do Centro Brasil no Clima revela que, apesar das iniciativas isoladas desenvolvidas pelos estados, ainda há uma carência de um modelo de governança integrado para as ações de adaptação e mitigação climática. O documento destaca a necessidade de melhorar a governança, investir em planos de ação concretos e fortalecer os sistemas de monitoramento e verificação. A falta de recursos e o apoio insuficiente do governo federal são identificados como pontos críticos. Para alcançar resultados positivos, programas com financiamento internacional, como o REDD+, são considerados essenciais. A Figura 2 apresenta uma comparação entre os estados que implementaram instrumentos de gestão das mudanças climáticas (Wills, 2024).



Fonte: Wills (2024, p.6).

Figura 2. Instrumentos de gestão das Mudanças Climáticas nos Estados.

Ao analisar os dados acima, observa-se a atuação dos estados brasileiros com base na implementação dos instrumentos de gestão das mudanças climáticas (MC), diante disso mostra-se que São Paulo (SP) se destaca como um dos estados mais avançados, apresentando uma forte atuação em quase todas as categorias, o que indica uma gestão avançada das mudanças climáticas (MCO). O Espírito Santo (ES) também mostra forte atuação em várias categorias e poucas áreas com atuação mediana ou fraca, destacando-se positivamente. Amazonas (AM) também apresenta forte atuação em várias categorias, especialmente em planos federais e instrumentos de controle.

Por outro lado, Roraima (RR) está entre os estados mais atrasados, apresentando diversas áreas com atuação fraca ou nula, indicando uma gestão menos desenvolvida das mudanças climáticas. O Acre (AC) também mostra fraca atuação em várias categorias, evidenciando a necessidade de maior desenvolvimento nos planos de gestão climática. Pará (PA) apresenta diversas categorias com atuação fraca, principalmente em instrumentos básicos de gestão e instrumentos econômicos.

Observando outros estados, Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) mostram uma atuação mais mediana, sugerindo que há espaço para melhorias significativas. No Nordeste, estados como Bahia (BA), Ceará (CE), Pernambuco (PE) e Alagoas (AL) apresentam uma combinação de atuações medianas e fracas, indicando uma gestão intermediária.

À luz do analisado, infere-se que há uma variação significativa na implementação dos instrumentos de gestão das mudanças climáticas entre os estados brasileiros. Os estados do Sudeste, especialmente São Paulo, estão mais avançados em comparação com muitos estados do Norte e Nordeste. No que se refere à atuação do Estado brasileiro frente às mudanças climáticas, percebe-se que ele enfrenta desafios na execução e fiscalização dessas políticas, frequentemente devido a conflitos de interesses e falta de recursos. Assim, entende-se ser necessária a colaboração contínua entre governo, sociedade civil e setor privado para superar esses desafios e garantir um desenvolvimento sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

Governança multinível na gestão das mudanças climáticas

As mudanças climáticas constituem um desafio global que não pode ser resolvido por iniciativas locais ou regionais isoladas. Para enfrentar essa questão de maneira eficaz, a cooperação internacional se torna necessária. A gestão dos riscos associados às mudanças climáticas exige esforços conjuntos entre os países, fundamentados em acordos multilaterais e mecanismos de governança.

Utilizando-se da teoria da interdependência complexa, desenvolvida por Robert Keohane e Joseph Nye em *Power and Interdependence* (1989), entende-se que em um mundo cada vez mais globalizado, as nações estão interconectadas por uma vasta rede de relações que vão além das trocas econômicas, incluindo aspectos políticos, sociais e culturais. Essa interdependência implica que as ações de um país têm repercussões significativas em outros países, criando um cenário onde a cooperação se torna cada vez mais importante.

A teoria da interdependência complexa propõe que, ao invés de uma hierarquia de poder baseada em capacidades militares, a dinâmica internacional atual é caracterizada por uma dependência mútua, onde a segurança e a prosperidade de um país estão ligadas às condições de outros países. Um dos principais conceitos dessa teoria é a "sensibilidade" e a "vulnerabilidade". A sensibilidade refere-se ao grau em que as mudanças em um país podem afetar outro, enquanto a vulnerabilidade mede o custo relativo dessas mudanças. Em termos de gestão de riscos globais, esses conceitos indicam que os países precisam estar cientes de como suas políticas e ações podem gerar impactos globais e, inversamente, como eventos em outras partes do mundo podem afetá-los (De Oliveira, 2023, p. 29).

No contexto das mudanças climáticas, a interdependência é evidente. As emissões de gases de efeito estufa em um país contribuem para o aquecimento global, que pode causar desastres em outros países, como inundações, secas e tempestades. Em 2022, a China foi identificada como a maior emissora de CO_2, seguida pelos Estados Unidos, Índia, Rússia e Japão. Entre os 10 maiores emissores globais, os Estados Unidos destacam-se com os níveis mais altos de emissões per capita, sendo o dobro da taxa per capita da China e oito vezes maior que a da Índia. A América do Norte, Europa e Ásia Central também são regiões com altas emissões per capita, enquanto a Ásia Oriental e o Pacífico, liderados pela China, têm mostrado um rápido crescimento nas emissões nos últimos anos (WRI Brasil, 2024).

Os países mais afetados pelas mudanças climáticas são frequentemente aqueles que menos contribuem para as emissões de gases de efeito estufa. Regiões como a África Subsaariana, América Latina e Caribe, e o Sul da Ásia enfrentam severos impactos climáticos, incluindo inundações, secas e tempestades. Assevera-se que esses países possuem menos recursos para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e adaptar suas infraestruturas, aumentando assim sua vulnerabilidade (WRI Brasil, 2024).

Parte-se do pressuposto de que a gestão de riscos climáticos globais requer cooperação internacional por meio da ratificação de acordos como o Acordo de Paris e o Protocolo de Quioto, nos quais os países se comprometem a reduzir suas emissões e a adotar medidas de adaptação e mitigação. No entanto, a formalização desses acordos não tem se mostrado suficientes para desacelerar as mudanças climáticas.

De acordo com Guerra e Loio (2024, p. 194-195), diversos desafios obstaculizam a busca pela estabilidade climática. Entre esses desafios estão a insuficiência de cooperação internacional, o crescimento econômico desassociado da sustentabilidade, a exploração excessiva e prejudicial dos recursos naturais, e a existência de acordos internacionais sem força vinculante. Embora esses acordos permitam a ratificação de compromissos destinados a conter o efeito estufa, eles não têm sido capazes de estabelecer uma política climática com resultados eficazes.

Portanto, apesar de haver progresso desde o Acordo de Paris[10], ele ainda é insuficiente para alcançar as metas estabelecidas. Nisso é importante que os países aumentem seus esforços e que haja apoio financeiro e técnico, especialmente para os países em desenvolvimento (sul global), para possibilitar a implementação das ações climáticas necessárias (UNFCCC, 2021; UNFCCC, 2021).

Além de firmar acordos, os governos começaram a atuar em um contexto de governança multinível, que vai além do funcionamento interno do Estado. Essa governança se baseia na autoridade compartilhada, permitindo uma gestão "de baixo para cima" das questões públicas e uma tomada de decisões participativa. Isso significa que diferentes instituições e organizações colaboram e participam do processo decisório, garantindo que várias partes interessadas tenham voz. Essa abordagem valoriza a inclusão de diversas perspectivas e interesses, promovendo soluções mais abrangentes e eficazes (Monteiro, 2024, p. 2013).

A governança multinível no contexto da adaptação climática apresenta vantagens em relação à governança global. Inicialmente, a governança multinível envolve a coordenação de diferentes níveis de governo (local, regional, nacional e internacional) e a participação de diversos atores, como governos, ONGs, setor privado e comunidades locais. Em seguida, essa abordagem permite a flexibilidade necessária para adaptar políticas e ações às realidades e necessidades específicas de cada contexto.

Além disso, a governança multinível baseia-se na autoridade compartilhada entre diferentes níveis de governo e diversos atores, permitindo uma abordagem "de baixo para cima" e a participação de várias partes interessadas. Consequentemente, essa forma de

governança oferece adaptabilidade e favorece o ajuste de políticas e ações conforme as necessidades locais, regionais e nacionais, proporcionando uma resposta mais eficaz e contextualizada aos desafios climáticos.

Adicionalmente, promove a coordenação e inclusão de diversas perspectivas e interesses, resultando em soluções mais abrangentes e integradas. A governança climática multinível está diretamente relacionada à política climática, que envolve a mediação e normatização de diretrizes climáticas por agentes legislativos e outros influenciadores.

Enquanto a governança global envolve a cooperação entre países e instituições internacionais, focando em acordos e políticas adotados globalmente, a governança multinível integra diferentes níveis de governo e múltiplos atores, promovendo a flexibilidade e a capacidade de resposta adaptativa às necessidades locais, regionais e nacionais. Assim, entende-se que, embora a governança global[11] seja importante para estabelecer diretrizes e acordos internacionais, a governança multinível é crucial para a implementação eficaz dessas diretrizes, adaptando-as às realidades específicas e promovendo uma abordagem mais inclusiva e colaborativa (Salmi; Fleury, 2022).

Portanto, estruturas fragmentadas, compostas por várias partes independentes, podem proporcionar a flexibilidade e a capacidade necessárias para a adaptação climática. Em contraste, arranjos hierárquicos, que possuem uma linha de comando clara e vertical, podem não valorizar ou integrar adequadamente as abordagens originadas na base da sociedade, como aquelas de comunidades locais e organizações (Monteiro,2024, p. 2016).

Em suma: a ideia central é que, para enfrentar as mudanças climáticas de maneira eficaz, é necessário adotar um modelo de governança multinível. Isso significa combinar diferentes tipos de estruturas: fragmentadas, hierárquicas e horizontais. Na prática, isso envolve a participação de vários níveis de governo, como os governos locais, regionais e nacionais, além de incluir diversos atores, como ONGs, empresas privadas e comunidades locais. Cada um desses níveis e atores traz suas próprias perspectivas e soluções para os problemas climáticos, enriquecendo a resposta global às mudanças climáticas.

Por exemplo, as comunidades locais podem ter soluções específicas para os problemas que enfrentam, enquanto os governos nacionais podem oferecer recursos e apoio para implementar essas soluções em maior escala. As ONGs e empresas privadas podem contribuir com expertise técnica e financeira. A governança multinível permite uma maior flexibilidade e capacidade de resposta porque combina o melhor de cada tipo de estrutura.

Conclui-se que a cooperação internacional é importante para a gestão eficaz dos riscos climáticos, com acordos internacionais como o Acordo de Paris e o Protocolo de Quioto desempenhando um papel crucial na regulação das mudanças climáticas. No entanto, a existência desses acordos, por si só, não é suficiente para enfrentar os desafios globais impostos por esse fenômeno. É necessário que essa cooperação seja mais integrada por meio de instrumentos de governanças voltadas para o clima. Nessa perspectiva, defende-se a adoção de uma governança climática multinível.

Discussão e resultados

Os relatórios do IPCC e o "Adaptation Gap Report 2023" confirmam que as mudanças climáticas são uma realidade concreta, exacerbada pela ação humana e pela exploração excessiva dos recursos naturais. A análise dos trabalhos dos Grupos de Trabalho do IPCC ressalta a importância da base científica física, dos impactos e das estratégias de mitigação.

O Brasil, apesar de ter se comprometido a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, enfrenta desafios significativos devido ao aumento das emissões relacionadas ao desmatamento e às mudanças no uso da terra. A literatura revisada e os dados dos relatórios do Banco Mundial indicam que, embora haja avanços, persistem lacunas significativas na integração e execução das políticas públicas no Brasil.

A conclusão do capítulo indica que, no Brasil, as políticas públicas desempenham um papel crucial na gestão das mudanças climáticas e na proteção ambiental. Desde 2009, foram estabelecidas políticas como a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, com objetivos voltados para mitigação e adaptação.

No entanto, a implementação dessas políticas é limitada por desafios relacionados à governança, recursos financeiros e coordenação entre diferentes níveis de governo. Enquanto alguns estados, como São Paulo, demonstram progresso na gestão das mudanças climáticas, outros enfrentam dificuldades significativas.

A gestão eficaz das mudanças climáticas requer uma abordagem global e cooperativa, devido à interconexão das ações e impactos entre países. A teoria da interdependência complexa, proposta por Keohane e Nye, enfatiza a necessidade de colaboração internacional, visto que as ações de um país podem afetar outros significativamente. Embora acordos internacionais como o Acordo de Paris e o Protocolo de Quioto sejam essenciais para a regulação das emissões de gases de efeito estufa, a sua implementação tem se mostrado insuficiente sem uma governança integrada e eficaz.

Países com altas emissões, como China e Estados Unidos, impactam o clima global, enquanto países com menores emissões, como na África Subsaariana e na América Latina, enfrentam maiores consequências climáticas. A governança multinível, que envolve diferentes níveis de governo e múltiplos atores, permite adaptar políticas climáticas às realidades locais e integrar diversas perspectivas.

O documento "Multilevel Climate Action Playbook for Local and Regional Governments" oferece uma visão da experiência canadense em governança climática multinível, que pode ser relevante para o Brasil. As principais recomendações incluem a definição de metas mais ambiciosas de redução de emissões e o comprometimento com a neutralidade de carbono a longo prazo (ICLEI, 2021).

Além disso, destaca-se a necessidade de se alinhar políticas e financiamento entre os diferentes níveis de governo para fortalecer a implementação da gestão climática. O

Brasil também deve superar barreiras como a falta de coordenação entre níveis de governo e resolver problemas de incoerências nas políticas e dados climáticos insuficientes.

Para apoiar as cidades na adoção de práticas climáticas eficazes, seria útil fornecer diretrizes e estruturas, similar ao trabalho realizado pela CPA Canada. No contexto brasileiro, instituições como o Ministério do Meio Ambiente (MMA) poderiam desenvolver e distribuir essas diretrizes. O objetivo dessas ações é criar uma estratégia nacional integrada que promova uma maior coordenação entre os níveis federal, estadual e municipal. Isso pode incluir a padronização de métodos para a coleta e análise de dados climáticos, a implementação de políticas públicas coerentes e a garantia de financiamento adequado para projetos climáticos locais.

Além disso, essas estruturas podem oferecer orientações específicas para diferentes tipos de tomadores de decisão dentro dos municípios, ajudando a planejar e implementar medidas de mitigação e adaptação de forma mais eficaz. A participação ativa de organizações como a Confederação Nacional de Municípios (CNM) pode ser fundamental para garantir que essas diretrizes sejam adaptadas às realidades locais e possam ser efetivamente aplicadas.

Em suma, a criação de diretrizes e estruturas específicas para cidades brasileiras, com o apoio de instituições nacionais, pode fortalecer a governança climática multinível, promover a sustentabilidade e ajudar a enfrentar a crise climática de maneira mais coordenada e eficiente.

Conclusão

Ao fim do capítulo, conclui-se que, embora existam políticas e estratégias para a gestão das mudanças climáticas no Brasil e no contexto global, a implementação enfrenta desafios substanciais devido à falta de coordenação intergovernamental e integração das políticas públicas. Essa deficiência na coordenação e integração resulta em uma eficácia reduzida das políticas nacionais, como a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC) e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), que carecem de uma aplicação uniforme e integrada entre os níveis federal e estadual.

A consequência dessa falta de coordenação é uma resposta fragmentada e ineficiente às mudanças climáticas, tanto em nível nacional quanto internacional. No plano global, a ratificação de acordos internacionais, como o Acordo de Paris, representa um avanço, mas a implementação desses acordos é limitada pela ausência de compromissos vinculantes e mecanismos de monitoramento robustos. Isso impede a realização plena das metas climáticas estabelecidas, bem como, o efetivo cumprimento. Defende-se assim, que para solucionar esses desafios, é necessário fortalecer a governança climática, a qual deve ser multinível e adaptável às especificidades locais e regionais.

Notas

3 Segundo Castelo, Marquesan e Silva (2021, p. 184), as políticas públicas ambientais consistem em atividades e procedimentos executados por diferentes níveis de competências e organizações do Estado, com o objetivo de alcançar fins específicos de proteção e conservação do meio ambiente.

4 O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Sua finalidade é financiar projetos, estudos e empreendimentos que visam à redução de emissões de gases de efeito estufa e à adaptação aos efeitos da mudança do clima. Vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, o Fundo Clima disponibiliza recursos em duas modalidades: reembolsável, administrada pelo BNDES, e não-reembolsável, operada pelo MMA (Brasil, 2023).

5 Parte dos compromissos do Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, serve como base para o desenvolvimento de políticas públicas. Atualizado periodicamente, o inventário fornece dados essenciais para monitorar as emissões de GEE, influenciando diretamente as decisões sobre financiamentos do Fundo Clima e outros programas climáticos.

6 O Programa de Ação para Adaptação às Mudanças Climáticas (ProAdapta) apoia a elaboração e implementação de planos estaduais e municipais de adaptação, promovendo a integração dessas medidas nos planejamentos territoriais. Este programa complementa as ações financiadas pelo Fundo Clima ao focar na adaptação, permitindo que regiões vulneráveis fortaleçam sua capacidade de resposta aos impactos climáticos.

7 O Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, incentiva práticas agrícolas sustentáveis que reduzem as emissões de GEE. A sinergia entre o Programa ABC e o Fundo Clima é evidente, pois ambos visam práticas sustentáveis que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, promovendo um modelo de agricultura que reduz a pegada de carbono.

8 O Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, incentiva práticas agrícolas sustentáveis que reduzem as emissões de GEE. A sinergia entre o Programa ABC e o Fundo Clima é evidente, pois ambos visam práticas sustentáveis que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, promovendo um modelo de agricultura que reduz a pegada de carbono.

9 As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil, estabelecidas no âmbito do Acordo de Paris, incluem metas específicas de redução de emissões de GEE, como a restauração e reflorestamento de 12 milhões de hectares de florestas e o aumento da participação de bioenergia sustentável na matriz energética. As NDCs orientam a implementação e o financiamento de programas como o Fundo Clima, o ProAdapta e o Programa ABC, garantindo que todas essas iniciativas estejam alinhadas com os compromissos climáticos internacionais do Brasil.

10 De acordo com o relatório de síntese das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) de 2021, alguns progressos foram feitos, mas ainda há uma preocupação significativa. Enquanto algumas nações aumentaram seus níveis de ambição e projetam uma redução das emissões de gases de efeito estufa, a soma total das NDCs indica um aumento de 16% nas emissões globais até 2030, comparado a 2010. Isso pode levar a um aumento de temperatura de cerca de 2,7°C até o final do século, caso ações imediatas não sejam tomadas (UNFCCC, 2021). Embora a maioria dos países tenha submetido NDCs que demonstram um compromisso sério com o Acordo de Paris, a comunidade científica aponta que é necessário reduzir as emissões de CO2 em 45% até 2030 para limitar o aquecimento a 1,5°C, ou em 25% para limitar a 2°C (UNFCCC, 2021).

11 Um dos instrumentos da governança global climática é a litigância climática, que desempenha um papel crucial especialmente em democracias. Nesses contextos, o Direito organiza as instituições e estabelece as condições mínimas para o funcionamento do sistema político. O reconhecimento de novos direitos pelo constitucionalismo moderno atribui ao Poder Judiciário um papel destacado, muitas vezes necessário para garantir a concretização dos direitos fundamentais diante da ineficácia dos demais poderes. Nos Estados Unidos, a litigância climática tem sido central na criação do Direito das Mudanças Climáticas e de uma Política Ambiental do Clima, servindo de modelo para outras partes do mundo (Lazzaretti; Carvalho, 2023, p. 154).

Referências

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre Clima e Desenvolvimento para o Brasil 2023**. 18 maio 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/239808-banco-mundial-relat%C3%B3rio-sobre-clima-e-desenvolvimento-para-o-brasil-2023>. Acesso em: 14 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dfre/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima#:~:text=O%20Fundo%20Nacional%20sobre%20Mudan%C3%A7a,efeitos%20da%20mudan%C3%A7a%20do%20clima>. Acesso em: 14 jul. 2024.

CALLIL, Victor; COSTANZO, Daniela (orgs.). **Desafio mobilidade urbana e mudanças climáticas** 6. 1. ed. São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), 2023.

CARVALHO, Délton Winter de. **Litigância climática como governança ambiental.** Porto Alegre: OAB-RS, 2018. Disponível em: <https://www.oabrs.org.br/arquivos/file_5b2965cd51271.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.

CARVALHO, Délton Winter de. Desvendando a emergência climática. Atuação: **Revista Jurídica do Ministério Público Catarinense**, Florianópolis, v. 17, n. 36, p. 39-64, nov. 2022. Disponível em: <https://www.oabrs.org.br/arquivos/file_5b2965cd51271.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.

CASTELO, Arícia Fernandes Macedo; MARQUESAN, Fábio Freitas Schilling; SILVA,

Joselito Brilhante. A problemática das políticas públicas ambientais no Brasil. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Furg, v. 38, n. 2, p. 180-199, ago. 2021.

DEOLIVEIRA, Luiza Scherer. **Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento:** A Cooperação Internacional para mitigar e prevenir os impactos das Mudanças Climáticas. Orientação: Manuel Ennes Ferreira. 2023. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Cooperação Internacional) - Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2023.

GUERRA, Sidney; LOIO, Luisa. O direito internacional público e a governança global climática. **De Jure**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 39, p. 181-197, jan./jun. 2024. Disponível em: <https://dejure.mpmg.mp.br/dejure/article/view/514/75>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ICLEI - Local Governments for Sustainability. **Annex** - Multilevel Climate Action Playbook for Local and Regional Governments. Bonn, 2021. Disponível em: file:///C:/Users/karol/Downloads/Annex-Multilevel-Climate-Action-Playbook-2.pdf. Acesso em: 22 jul. 2024.

KEOHANE, Robert; NYE, Joseph. **Power and Interdependence**. Nova Iorque: Longman, 1989.

KRUSE, Bárbara Cristina; MIRANDA, João Irineu de Resende. Política pública ambiental à luz da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), no Estado do Paraná. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 2235-2256, abr. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v10i4.13617. Acesso em: 14 jul. 2024.

LAZZARETTI, Luisa Lauermann; CARVALHO, Délton Winter de. Litigância climática brasileira: o estudo de caso da ação climática IEA versus Brasil. **Confluências**, Niterói, RJ, v. 25, n. 1, p. 146-168, jan./abr. 2023. ISSN 1678-7145. E-ISSN 2318-4558. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0022-0248(00)00575-3. Acesso em: 20 jul. 2024.

LOPES, Karoline Fernandes Pinto. **Desastres naturais no contexto das mudanças climáticas:** uma análise do ordenamento jurídico brasileiro em busca do marco regulatório para o direito dos desastres. 2023. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Direito, Natal, 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Enfrentamento à mudança climática precisa de trabalho em rede e cooperação, afirma ministra**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/enfrentamento-a-mudanca-climatica-precisa-de-trabalho-em-rede-e-cooperacao-afirma-ministra>. Acesso em: 14 jul. 2024.

MONTEIRO, Estéfany Rocha. Governança global e justiça climática: uma análise crítica à luz da teoria de Nancy Fraser. **Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 2006-2036, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/2832/2008>. Acesso em: 20 jul. 2024.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2024.

QUEIROZ, Leonardo Rossatto; MARCHEZINI, Victor; RODRIGUEZ, Daniel Andres. Evolução da capacidade institucional da RMSP em relação às mudanças climáticas. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 25, n. 58, p. 829-852, set./dez. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/xbkdrG3nXrkP4G8dscnFKmL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 jul. 2024.

SALMI, Frederico; FLEURY, Lorena Cândido. Mudanças climáticas e Ciências Sociais: análise bibliométrica do campo (2011-2021). **BIB - Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, São Paulo, n. 97, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/255642/001162529.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 mar. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. A**daptation Gap Report 2023:** Underfinanced. Underprepared. Inadequate investment and planning on climate adaptation leaves world exposed. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43796. Acesso em: 19 jul. 2024.

WRI BRASIL. **Os países que mais emitiram gases de efeito estufa.** Programa de Clima, 17 jun. 2024. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-paises-que-mais-emitiram-gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 20 jul. 2024.

WESTIN WILLS, Fernanda Fortes. **Resumo do diagnóstico e avaliação das políticas públicas dos estados subnacionais relacionadas às mudanças climáticas e seus instrumentos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2024. Disponível em: <https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Forum_Clima_O-Desafio_da_Harmonizacao_Vol-II_Dez2013.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2024.

A (CO)PRODUÇÃO DOS BENS E SERVIÇOS PÚBLICOS NO CONTEXTO DE CLIMA E DESASTRES: O PAPEL DO CENTRO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES - CIGERD DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

THE (CO) PRODUCTION OF PUBLIC GOODS AND SERVICES IN THE CONTEXT OF CLIMATE AND DISASTER: THE ROLE OF THE SANTA CATARINA'S STATE INTEGRATED CENTER FOR RISK AND DISASTER MANAGEMENT - CIGERD, BRAZIL

LA (CO)PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS PÚBLICOS EN EL CONTEXTO DE CLIMA Y DESASTRES: EL PAPEL DEL CENTRO INTEGRADO DE GESTIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES - CIGERD DEL ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

LA (CO)PRODUCTION DE BIENS ET SERVICES PUBLICS DANS LE CONTEXTE DU CLIMAT ET DES CATASTROPHES: LE RÔLE DU CENTRE INTÉGRÉ DE GESTION DES RISQUES ET DES CATASTROPHES - CIGERD DE L'ÉTAT DE SANTA CATARINA, BRÉSIL

Filipe Bellincanta de Souza[1]

1 Doutorando em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC, edital 62/2024. Membro do Grupo de Pesquisa EcoAção/UNIVALI. Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, bolsista de monitoria de pós-graduação PROMOP/UDESC. Membro pesquisador pela Rede JUST-Side, "Justiça e Sustentabilidade no Território via Infraestrutura de Dados Espaciais", pela Universidade de Coimbra, Portugal. Membro Pesquisador Colaborador do Grupo de Pesquisa de Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco - GPDA/UFSC. Membro pesquisador do Centro Internacional de Direito Ambiental Comparado - CIDCE/CRIDEAU/ECOSOC/UN, Universidade de Limoges, França. Especialista em Gestão SustentÃ¡vel e Meio Ambiente pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR. Bacharel em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6528-6164. E-mail: fibellins@gmail.com.

Introdução

A compreensão dos eventos extremos envolvendo clima e desastres não podem estar desassociados da produção do espaço geográfico. Logo, a Intersetorialidade no âmbito da Coprodução dos Bens e Serviços Públicos, nesse contexto (Nobre; Marengo, 2017; Santos, 2006) se torna consequente, como medida para avaliação de sua execução nas diferentes esferas de governo e do fortalecimento da cidadania.

Assim, cada etapa do ciclo de proteção e defesa civil, dentre elas a gestão de riscos (prevenção e mitigação) e gestão de desastres (preparação, resposta e reconstrução), tendo em vista que a coprodução é um mecanismo de governança democrática, a primeira visa fortalecer o arcabouço jurídico e normativo, assegurando que as ações emergenciais e de longo prazo contemplem a justiça social e a proteção ambiental, e a governança para efetivar os direitos fundamentais nos cenários de catástrofes em conformidade com os princípios de uma transição justa e equitativa para todas as gerações (Lavieille; Bétaille; Prieur, 2011; Bovaird, 2007; Cadag, 2017).

Desse modo, engloba-se a cooperação ativa entre o governo, a sociedade civil, o setor privado e outros participantes sociais, ressalta a relevância do envolvimento coletivo na criação e execução de políticas voltadas para a proteção do meio ambiente e a gestão de riscos e de desastres (Nélsis, 2012; Salm; Menegasso; Ribeiro, 2007), e que a coprodução esmiuça a "coordenação do trabalho simultâneo entre o prestador de um serviço e os indivíduos (ou organizações) considerados usuários" (Gomes; Moura, 2018, p. 03).

A coprodução adquire especial importância, uma vez que as ameaças, tais como as catástrofes naturais, a poluição e as alterações climáticas, demandam respostas unificadas e coordenadas que ultrapassam as habilidades coercitivas individuais do Estado. Com o envolvimento e a colaboração da sociedade, podemos melhorar a resiliência ambiental e humana, incentivando práticas sustentáveis e mecanismos de resposta eficientes com os bens comuns que salvaguardam tanto a biodiversidade quanto as comunidades mais vulneráveis aos perigos (Nélsis, 2012; Salm; Menegasso; Ribeiro, 2007; Bauman, 2007).

Para tanto, há um conjunto de indicadores de coprodução que foram selecionados e utilizados como base para o escopo de investigação com entrevista semiestruturada sobre o tema, para avaliação do Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e de Desastres de Santa Catarina – CIGERD, conforme será descrito a seguir: a) participação do governo; b) participação ativa da comunidade; c) atmosfera de confiança; d) promoção da cidadania: e) aprendizado coletivo; f) esforços coletivos; g) processos colaborativos; h) responsabilidade compartilhada; i) resultados beneficiam a comunidade; j) melhoria da qualidade de vida da comunidade; k) trabalho voluntário; l) Formação de Redes (Costa; Ronconi; Menezes, 2020).

As relações que serão desenvolvidas, tem como foco principal, a intersetorialidade, entre os agentes relacionados no âmbito do planejamento territorial, em que a coprodução dos bens e serviços pode oferecer tanto redes para a Redução de Riscos de Desastres

– RRD quanto a promoção da cidadania em nível cívico (Brasil, 2017; Nélsis, 2012; Bonavides, 2003; Costa; Ronconi; Menezes, 2020).

A intersetorialidade das ações das instituições envolvidas no contexto de desastres, se manifesta de forma clara na crise de competências ambientais, uma vez que a gestão eficaz de riscos e desastres demanda a integração de múltiplos setores e áreas de conhecimento. A crise de competências refere-se à incapacidade, muitas vezes crescente, de governos, instituições e comunidades em responder adequadamente aos desafios ambientais e climáticos devido à falta de habilidades especializadas, conhecimentos técnicos e coordenação interinstitucional (Nélsis, 2012; Ferreira, 2011).

Através de entrevista semiestruturada realizada com o Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e Desastres do Estado de Santa Catarina – CIGERD, órgão vinculado à Secretaria de Estado da Proteção e Defesa Civil do referido ente federativo, procurar-se-á evidenciar como o mesmo está coproduzindo bens e serviços no contexto da gestão de riscos e de desastres.

A intersetorialidade dos bens e serviços públicos no contexto de clima e desastres

O atual regime de governança à temática, denominado "Marco de Sendai" para a redução de riscos de desastres 2015-2030, tem como objetivo a "redução substancial dos riscos de desastres e nas perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países" (ONU, 2015, p. 07).

Ademais, há como simetria de concretude 04 (quatro) prioridades que devem ser consideradas para que ocorra nas etapas dos ciclos de desastres:

> Compreensão do risco de desastres. 2. Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres; 3. Investimento na redução do risco de desastres para a resiliência; 4. Melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de Reconstruir Melhor em recuperação, reabilitação e reconstrução (ONU, 2015, p. 09).

Desse modo, traz-se que os povos vulneráveis em nível local, necessitam da coprodução, a qual se compõe pela:

> **participação ativa e direta do cidadão nos processos de elaboração, desenho, implementação e avaliação das políticas públicas voltadas ao interesse público e, em última instância, à construção do bem comum. A coprodução configura-se como uma alternativa para o desenvolvimento e acesso a bens e serviços públicos** (Salm; Menegasso; Ribeiro, 2007, p. 02. Grifo nosso).

O Marco de Sendai apresenta sete metas[2] para efetivar esses eixos norteadores, a partir dos índices de desenvolvimento sustentável e das prioridades nacionais para expor os contextos locais a fim de contribuir com a sua realização.

Isso desdobra-se às ocorrências de catástrofes ambientais que impactam a vida humana, social e ambiental, cujo espaço de interação entre essas esferas ainda não possui mecanismos legais que realmente abordem os efeitos imediatos desses eventos.

Nos padrões atuais das instituições há pouca ou nenhuma adesão às mobilizações sociais e com medidas não estruturais sobre o acesso à informação em relação ao escopo e às noções de riscos e de desastres naturais, eventos climáticos e sua adaptação. Então, tanto o setor privado quanto o público podem ser incluídos nesse quadro, que tendem a censurar a participação popular sem o devido incentivo da transparência e do gerenciamento integrado do risco de desastres baseado na realidade e suas vulnerabilidades, até mesmo, em razão da inefetiva ação de Defesa Civil virem a ser reduzidas por questões de competências definidas em âmbito jurídico.

Competências da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC

Considerando o contexto polarizado entre as competências, tem-se que a repartição das competências ambientais que se dão por exposição dos poderes da União, com os poderes restantes dos Estados e de forma indicativa dos Municípios. Essa autonomia de poder estrutural compõe a interação governamental entre os entes federativos em assuntos ambientais. Essa conjuntura recai a responsabilidade resultada à específica circunscrição de competência ambiental, com sua compreensão pelas atribuições legalmente aderidas a nível decisório perante o poder-dever de proteção ambiental em âmbito intergeracional (Ferreira, 2011).

As habilidades ambientais perante as competências presentes na Constituição da República Federativa de 1988 - CRFB/88 permitem a produção conjunta de bens e serviços públicos em situações de desastres, através de uma governança ambiental colaborativa, que congrega várias esferas governamentais e conta com o envolvimento direto da sociedade civil e do setor privado. Esta colaboração é fundamental para aprimorar a resiliência ambiental e social, garantindo respostas efetivas a catástrofes e a salvaguarda do meio ambiente, em consonância com os direitos definidos na Constituição. A interação entre as diversas entidades federativas, potencializada pela legislação infraconstitucional, possibilita uma estratégia mais eficiente, ampla e inclusiva na administração de crises ambientais[3].

Tais competências ambientais servem como base jurídica robusta de coprodução de bens e serviços públicos no contexto de desastres, cujo bojo e liame normativo distribuído entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, favorece uma governança ambiental integrada e participativa.

A CRFB/88 atribuiu a todos os entes federativos o dever *orde public* e *erga omnes* de “proteger o meio ambiente e combater a poluição” e “preservar as florestas, a fauna

e a flora". Isso exige agir em diversos níveis de governo, viabilizando a participação conjunta na gestão de riscos e de desastres. A coprodução de serviços públicos, como o monitoramento ambiental, a assistência a comunidades afetadas e a restauração de ecossistemas, encontra aqui um forte suporte.

Também o art. 225 da Carta Magna estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e essa determinação abre espaço para a organização da sociedade civil e governos coproduzam soluções para a prevenção e mitigação de desastres ambientais, promovendo o engajamento de diversos atores na prestação de serviços públicos, como no caso da construção de infraestruturas resilientes e ações de reabilitação pós-desastre (medidas estruturais).

O controle das atividades evidencia que a coprodução se manifesta quando o Estado, em parceria com organizações não governamentais, universidades, empresas e a sociedade civil, atua em rede para a prevenção e mitigação de desastres, como no caso de sistemas de alerta e mapeamento de áreas de risco.

Para melhor abrangência dessas nuances, traz-se a caracterização das competências ambientais executivas, administrativas e legislativas, conforme o Quadro 1:

Quadro 1. Caracterização das competências executivas, administrativa e legislativa.

<table>
<tr><th colspan="3">COMPETÊNCIA EXECUTIVA</th></tr>
<tr><td colspan="3">EXCLUSIVA</td></tr>
<tr><td>DA UNIÃO
Art. 21, incisos IX, XVIII, XIX, XX e XXIII CRFB/88</td><td>DOS ESTADOS
Art. 25, §1, §2 e §3 CRFB/88</td><td>DOS MUNICÍPIOS
Art. 30, incisos VIII E IX CRFB/88</td></tr>
<tr><th colspan="3">COMPETÊNCIA ADMINISTRATIVA</th></tr>
<tr><td colspan="3">DA UNIÃO, DOS ESTADOS, DO DISTRITO FEDERAL E DOS MUNICÍPIOS
Art. 23, incisos III, IV, VI, VII e XI</td></tr>
<tr><th colspan="3">COMPETÊNCIA LEGISLATIVA</th></tr>
<tr><td colspan="3">PRIVATIVA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DA UNIÃO
Art. 22, incisos IV, XII e XXVI CRFB/88</td></tr>
<tr><td colspan="3">EXCLUSIVA</td></tr>
<tr><td>DOS ESTADOS
Art. 25, §1 e §3 CRFB/88</td><td colspan="2">DOS MUNICÍPIOS
Art.30, incisco I CRFB/88</td></tr>
<tr><td colspan="3">CONCORRENTE</td></tr>
<tr><td colspan="3">UNIÃO, ESTADOS E DISTRITO FEDERAL
Art. 24, incisos VI, VII e VIII CRFB/88</td></tr>
<tr><td colspan="3">SUPLEMENTAR</td></tr>
<tr><td colspan="3">DOS MUNICÍPIOS
Art. 30, inciso II</td></tr>
</table>

Fonte: FERREIRA, Heline Sivini. Competências Ambientais**.** p. 229-230. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato. Direito Constitucional Ambiental Brasileiro (Org). 4ª ed. São Paulo: Saraiva. 2011.

Diante da exposição do Quadro 1, observa-se que a competência ambiental executiva é determinada pelo poder de tomada de decisão governamental via políticas ambientais. A competência administrativa visa apontar e direcionar a implementação e fiscalização do Poder de Polícia pelos entes federativos em prol de proteger e preservar o ambiente. A competência legislativa gira em torno à capacidade de um ente legislar sobre temas ambientais (Ferreira, 2011).

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 – CRFB/88 concede legitimidade legal para estabelecer a Redução de Riscos de Desastres - RRD como uma estrutura espacial para a salvaguarda nacional, dos direitos fundamentais e obrigações em situações de catástrofes. Por outro lado, a Defesa Civil, enquanto entidade, impulsiona o sistema legal para proteger a sociedade e os cidadãos de quaisquer incidentes ligados a desastres e eventos já ocorridos, com o objetivo de garantir a segurança pública e humana (Machado, 2020).

Lidar com as interações ambientais internacionais extraterritoriais para a RRD a nível regional-local é uma demanda em prol de um aprendizado coletivo, cujo impacto afeta inquestionavelmente todos os organismos vivos e ecossistemas circunscritos na jurisdição federal. Como reflexo da análise, revela-se que as principais competências do CIGERD em Santa Catarina incluem:

- Monitoramento e Prevenção: Monitoramento de eventos climáticos e geológicos que possam resultar em desastres, utilizando tecnologias avançadas, como sistemas de radar meteorológico e redes de sensores para identificar condições críticas. Operação de um sistema integrado de monitoramento 24 horas por dia para emitir alertas preventivos à população e órgãos competentes;
- Coordenação de Ações de Resposta: Coordenação de ações de resposta a desastres junto às agências de segurança pública, bombeiros, saúde, infraestrutura e outras instâncias governamentais. Mobilização de recursos e equipes de emergência em eventos de grande magnitude, como enchentes, deslizamentos, secas e outros desastres naturais;
- Planejamento e Capacitação: Desenvolvimento de planos de contingência e protocolos de ação integrados entre os municípios e o estado, visando aumentar a resiliência das comunidades locais. Promoção de capacitações e treinamentos para agentes de Defesa Civil, gestores públicos e a população, voltados à preparação e resposta adequada em situações de emergência;
- Atuação Multissetorial: Integração com outras esferas governamentais, como os Ministérios da Saúde, Meio Ambiente e Agricultura, para a formulação de políticas de gestão de riscos e desastres. Cooperação com instituições acadêmicas e centros de pesquisa para o desenvolvimento de metodologias e tecnologias inovadoras para prever e mitigar riscos;
- Gestão de Informações e Comunicação: Centralização e divulgação de informações oficiais sobre desastres e riscos para órgãos públicos, imprensa e sociedade. Coordenação de um sistema de comunicação direta com os municípios para a troca rápida de informações sobre condições de risco e necessidade de apoio logístico;

• Operações Pós-Desastre: Avaliação de danos e necessidade de recuperação em áreas afetadas, além de gerenciamento de recursos financeiros e logísticos para a assistência às populações atingidas. Coordenação de ações de reconstrução e reabilitação das áreas impactadas, alinhadas com a sustentabilidade e prevenção de novos riscos (Santa Catarina, 2024).

Assim, as responsabilidades dos órgãos públicos deveriam incluir preocupações com o ambiente em nível sistêmico para evitar a redistribuição das políticas de desastres ao serem implementadas no Brasil. Isso é necessário para que o alcance em todas as esferas esteja alinhado e em sintonia com a ordem mundial, evitando desgastes institucionais e facilitando a construção de políticas efetivas e funcionais de alcance socioespacial e de aplicação normativa (Nobre; Marengo, 2017; Souza, 2022).

Sob o efeito normativo, a União possui autoridade central para estabelecer normas para a implementação e execução da PNPDEC, e cabe ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINDPEC a função de coordenar a articulação entre todos os entes federativos. Ademais, é responsabilidade da União estabelecer o sistema jurídico através da criação do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil. Em relação ao Sistema de Informações de Desastres - S2ID, sua função é estabelecer e mantê-lo para disponibilizar dados e informações sobre desastres em nível nacional (Souza, 2022).

Adicionalmente, a União está empenhada em apoiar o mapeamento para garantir a segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em regiões de perigo. No âmbito de emergências ou calamidades públicas, a União tem como objetivo estabelecer e manter a declaração e o reconhecimento dessas realidades, além de estabelecer critérios para o suporte à reconstrução e auxílio financeiro (Brasil, 2017; Souza, 2022).

Em torno dos monitoramentos das situações que giram em categorias meteorológicas, hidrológicas, geológicas etc., a União deve realizar articulação com todos os entes federados a fim de instituir cadastro de localidades afetadas com suscetibilidade a riscos de desastres. Cabe, ainda, realizar a promoção de estudos e capacitação orientadora para incentivo de centros de ensino, pesquisa empírica e apoio comunitário via educação ambiental. Também, em desenvolver uma cultura nacional de prevenção de desastres para estimular a estratégia de prevenção de desastres (Brasil, 2017; Souza, 2022).

No âmbito dos Estados, é imprescindível que a PNPDEC seja executada para inserir o SINDPEC a fim de coordenar sua estrutura de forma dinâmica entre a União e os Municípios, sendo também atribuição dos Estados instituir o Plano de Proteção e Defesa Civil a fim de fortalecer o S2ID com respectivo fornecimento de dados e informações. Para os Estados com áreas de risco, estas precisam ser identificadas e mapeadas para serem um ponto de partida de compreensão da realidade estudada contra desastres, para que a educação e ou a cultura de desastres em nível educacional também seja orientada em instituições de saúde (Brasil, 2017; Souza, 2022).

Em situações de emergência ou calamidade pública, é necessário que os Estados colaborem com a União para o seu reconhecimento, permitindo assim a sua declaração. Em

relação ao acompanhamento de eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, entre outros, é necessário auxiliar no seu monitoramento e interação conjunta entre Municípios e a União. Para reduzir os riscos, também é responsabilidade dos Estados fornecer formação sobre a cultura de desastres e a prevenção de acidentes (Brasil, 2017; Souza, 2022).

No âmbito municipal, cabe executar a PNPDEC e, em paralelo com atuação no SINPDEC, contribuir na sua coordenação entre a União e Estados. Ao tema do Plano de Proteção e Defesa Civil, é de competência municipal. Acolher as orientações para o planejamento local, permitindo que os municípios comuniquem seu grau de gravidade através da informação de eventos. Além disso, cabe aos municípios a decisão de analisar, administrar e gerir as informações obtidas sobre os eventos que possam impactar a nível local e, assim, elaborar o Plano de Contingência com base na noção de dinâmica. Além disso, é necessário realizar simulações de apoio em caso de desastres, com a supervisão adequada apoiada por entidades públicas, caso ocorram, para inspecionar e confirmar se existem situações de insegurança pública. Assim, o objetivo é implementar ações orientadoras para lidar com desastres em contextos escolares e hospitalares (Brasil, 2017; Souza, 2022).

Em caso de emergência ou calamidade pública, cabe ao município a responsabilidade legal de investigar o contexto do incidente, declará-lo oficialmente, realocar as pessoas afetadas, fornecer alimentação e alojamento temporário, além de administrar os danos pertinentes a cada situação. É também responsabilidade do município manter os habitantes de comunidades e territórios atualizados sobre os cenários meteorológicos, hidrológicos e geológicos, a fim de promover a capacitação e a mobilização local em prol da prevenção (Brasil, 2017; Souza, 2022).

O *modus operandi* e o *modus vivendi* contemporâneos, afastados de um *modus convivendi* de como as políticas de desastre deixam de ser produzidas, provoca a fixação de sua configuração espacial e a cristalização da RRD ser exigida como um processo de transformação que, enquanto objeto, se manifesta como um arranjo com metas de criação de políticas subsequentes, tanto quanto de sua evolução.

Assim, enquanto processo, a sua relevância de superar riscos nos faz compreender que o ambiente urbano é uma estrutura social, onde o espaço humano é a sua totalidade, exigindo uma atenção à sociedade global e à sua formação socioambiental. O seu dinamismo se manifesta em territórios e se define como um fato social quando o espaço é reproduzido pelas regras e atinge uma instância social. A sua representação geográfica e humana afeta as características específicas da produção, distribuição e consumo (Santos, 2006).

A fim de delinear tais esferas de afetações, bem como o CIGERD como medida estrutura refletida pelo Marco de Sendai efetivamente concretizada, resta compreender como a instituição se comporta perante a sociedade na perspectiva do tema em tela.

A pesquisa[4] foi realizada com a Diretoria de Gestão de Desastres do CIGERD e respondida em 01 de agosto de 2024 e é uma pesquisa sem financiamento e sem vinculação institucional, visto ser uma contribuição de pesquisa voluntária do autor.

A seguir serão apresentadas as análises decorrentes da entrevista realizada com representantes do CIGERD relativos a participação do mesmo na coprodução de bens e serviços no âmbito da gestão de riscos e de desastres.

1. Participação do governo no CIGERD - O governo participa? De que forma? Articula alguma ação? O CIGERD (Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e Desastres do Estado de Santa Catarina) é uma instalação do Governo de Santa Catarina que busca integrar os esforços dos diversos setores e órgãos do Estado para o gerenciamento dos riscos e desastres de maior ocorrência em Santa Catarina e, com isso, reduzir os impactos na população em uma situação de eventos adversos. Sendo uma instalação que conta com a participação de diversas instituições, com destaque para a Secretaria de Estado da Proteção e Defesa Civil, que ocupa este Centro e articula diversas ações voltadas ao gerenciamento de riscos e desastres.

2. Participação ativa da comunidade - Existe diálogo com a comunidade? A comunidade participa? De que forma? Com qual objetivo? Sendo uma estrutura do Estado de Santa Catarina, dentro das previsões legais contidas na Lei Federal 12.608/12, a participação da comunidade no CIGERD se dá através da presença e atendimento aos municípios, que por sua vez tem a missão de atender e articular as ações no nível da comunidade.

3. Atmosfera de confiança - A confiança é uma característica entre os envolvidos (governo, comunidade, organização?) É uma característica das ações de gerenciamento de riscos e desastres realizadas no âmbito do CIGERD.

4. Promoção da cidadania - De que forma há promoção de cidadania? Em todas as ações promovidas pela Secretaria de Estado da Proteção e Defesa Civil

5. Aprendizado coletivo - Os atores aprendem uns com os outros? Sempre há um aprendizado, no que diz respeito a ação entre atores envolvidos, há que se analisar como é realizada a produção e divulgação deste aprendizado, talvez.

6. Esforços coletivos - Todos estão engajados em busca de uma sociedade melhor? Depende da definição de todos na questão e também depende de que tipo de melhorias na sociedade se coloca.

7. Processos colaborativos - Existe colaboração por parte dos envolvidos? Sim, existe.

8. Responsabilidade compartilhada - Todos têm responsabilidades no processo? De que maneira o sucesso ou o fracasso são distribuídos? A responsabilidade dentro da rede é compartilhada? Sim, cada participante traz consigo a responsabilidade da instituição que representa. Não se pode medir fracasso ou sucesso, mas sim pontos

de acerto e pontos a melhorar, pois cada ação é única em si, uma vez que depende de objetivos e situações muito específicas; e, dessa forma, todas as responsabilidades durante o processo são compartilhadas.

9. Resultados beneficiam a comunidade - Os resultados beneficiam, também, a comunidade? Direta e indiretamente sim.

10. Melhoria de qualidade de vida da comunidade - Os Projetos contribuem para a melhoria da qualidade de vida da comunidade? Sim.

11. Trabalho voluntário - O Projeto/Programa conta com trabalho voluntário? De quem? Por que? Como se dá? Há somente o trabalho voluntário? Dependendo do projeto/programa, e da instituição sim, mas não é possível responder pois a pergunta foi muito aberta.

12. Solidariedade - Percebe-se solidariedade entre os envolvidos? Como se percebe isso? Sim. Pela responsabilidade e atuação nas ações de gerenciamento de risco e desastre realizadas por todas instituições componentes do CIGERD.

13. Rede - A organização estabelece alguma rede ou parceria com outras organizações? O próprio CIGERD e o GRAC são estruturas de rede e parceria interinstitucional.

Fonte: SANTA CATARINA. Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina, Diretoria de Gestão de Desastres, extraído da íntegra do documento original. Defesa Civil: Protocolo 2024022269. 2024. Disponível em: <https:// ouvidoria.intranet.sc.gov.br/abre_arquivo.php?anexo=eJwzMjE2NTMFAARCATo%3D>. Acesso em: 01 ago. 2024.

Considerando nas respostas identificou-se que nas estratégias de enfrentamento da desigualdade socioambiental, traz-se que na governança de desastres:

> **o maior problema é essa transição de um paradigma burocrático e autocrático**, que entendia que, montando um programa social de cima para baixo, verticalmente, **impondo-o à população, determinando lá de cima o que é que a população supostamente necessita**, o mesmo operaria adequadamente. Um enfoque de caráter paternalista. Esse tipo de enfoque tem demonstrado na prática **sérias limitações diante da especificidade dos programas sociais que implicam na vinculação com uma população** (Kliklsberg, 1994, p. 137. Grifo nosso).

Dentre esses desafios, também pode-se citar que a articulação do setor social, que de certa forma não ocorre, pois, o setor público, no caso o governo, se envolve de forma discreta e taxativamente sumária porque os benefícios trazidos à sociedade são de importância intrínseca para o fortalecimento em conjunto, tendo como base dentro das três formas básicas de capital social, capital humano e capital econômico. Ainda em âmbito de análise da entrevista, cujas competências constitucionalmente definidas dependem da aplicação em sua jurisdição podem ser compreendidas pelo Quadro 2:

Quadro 2. Competências sobre Clima e Desastres em Santa Catarina: O papel do CIGERD/Defesa Civil.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL (DISCRICIONARIEDADE)	INSTITUTO JURÍDICO	JURISDIÇÃO	OBJETIVIDADE NORMATIVA
União Comitê Federal de Gestão de Riscos e de Desastres (a ser instituído)	CRFB/88 Marco de Sendai para a Redução de Riscos de Desastres foi instituído pelo Plano Plurianual de 2016-2019, aplicado ao Programa 2040 (Objetivo 0172) para o Fortalecimento da Lei de Proteção e Defesa Civil Projeto GIDES - "FORTALECIMENTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS DE DESASTRES" (Ministério das Cidades)	Federal	- Definir a política nacional de defesa civil (PNDC). - Coordenar o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). - Promover e desenvolver a integração dos órgãos federais, estaduais e municipais para ações de prevenção e resposta a desastres. - Elaborar planos nacionais de contingência para grandes desastres naturais e tecnológicos. - Realizar ações de apoio técnico e financeiro aos estados e municípios para prevenção, mitigação e resposta aos desastres. - Manter o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) para monitoramento e alerta precoce. - Capacitar agentes de defesa civil e promover ações de educação pública em defesa civil.
Estado Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos de Desastres (Secretaria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina)	Plano Estadual de Redução de Riscos de Desastres Lei nº 14.829/ 2009 (Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina)	Estadual	- Coordenar a execução das ações de Defesa Civil no âmbito do estado. - Articular-se com a Defesa Civil Nacional para alinhar políticas e recursos. - Implementar o Plano Estadual de Contingência para desastres naturais e tecnológicos, adaptado à realidade local. - Desenvolver ações de prevenção, mitigação e preparação para desastres, com base em estudos e diagnósticos de vulnerabilidades estaduais. - Operar o Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SAE), coordenado pelo CIGERD (Centro Integrado de Gerenciamento de Riscos e Desastres). - Fornecer suporte técnico aos municípios para a elaboração de Planos Municipais de Contingência. - Capacitar os agentes municipais de defesa civil e promover a conscientização pública sobre a importância da prevenção de desastres. - Coordenar e apoiar as ações de resposta a desastres, utilizando o Centro de Operações Integradas (COI). - Distribuir materiais e insumos em situações de emergência e calamidade pública.
Prefeitura	Plano de Contingência	Municipal	- Executar as políticas de defesa civil no município, de acordo com as diretrizes nacionais e estaduais. - Identificar áreas de risco e implementar ações preventivas no território municipal. - Elaborar e executar o Plano Municipal de Contingência, com base nas particularidades do município. - Mobilizar e coordenar o Sistema Municipal de Defesa Civil (SMDC) em situações de desastre. - Articular-se com a Defesa Civil Estadual e Nacional para receber apoio técnico e material em casos de desastres. - Promover campanhas de conscientização e educação para a prevenção de desastres naturais, tecnológicos e de origem humana. - Monitorar áreas de risco e manter um sistema de alerta local, em cooperação com os sistemas estaduais e federais. - Prestar assistência às populações afetadas e coordenar ações de recuperação das áreas atingidas após desastres.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em: (Souza, 2022; Leite *et al.*, 2019; Brasil, 2017; Santa Catarina, 2013).

Mediante análise do Quadro 2, o SINPDEC é o arcabouço normativo e operativo que articula as competências em nível federal, estadual e municipal. Cada nível de governo atua dentro das suas competências, mas de forma integrada. Destaca-se as competências como a articulação entre os diferentes níveis de governo para garantir a eficácia das ações de defesa civil e a mitigação dos impactos de desastres naturais ou tecnológicos.

Portanto, o acesso à informação para a capacitação gerada aos cidadãos é dependente da articulação interinstitucional, visando o bem comum e o contato para com a participação popular na tomada de decisão. Assim, a instituição não seria prejudicada pela rotatividade de agentes políticos e governamentais, pois requer um investimento de confiança e compromisso sobre os especialistas, os estudantes e os vulneráveis que, fortemente, ficaram fora do escopo dos indicadores respondidos pela instituição escolhida.

Considerando as respostas expostas, o modelo de participação pública pela coprodução de bens e serviços públicos, teria como ponto de partida do momento que os cidadãos tivessem o discernimento e a clareza sobre o processo legislativo que o cerca no contexto de desastres.

Além disso, as competências estaduais relacionadas ao CIGERD de Santa Catarina pela Defesa Civil estão pautadas em uma série de atribuições específicas para a prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação frente a desastres. A Defesa Civil estadual, em parceria com outras entidades, atua diretamente para monitorar, coordenar e gerenciar ações em situações de risco.

O CIGERD em Santa Catarina também é reconhecido pela sua capacidade de articulação com os municípios e pela gestão descentralizada dos riscos, o que favorece uma resposta mais eficaz e rápida diante de emergências.

Assim, a consciência e o controle sobre os feitos dos poderes serem acompanhados pelos contribuintes que possibilitaria a exigência das demandas necessárias:

> Isso só ocorrerá quando: os cidadãos devem pensar em si mesmos como se fossem legisladores, e perguntar a si mesmos como que estatutos, sustentados por quais razões [...] julgariam mais razoável decretar (Rawls, 2001, p. 72).

Identifica-se que por si só se denominar como integrado ou intersetorial, não significa que o seu alcance assim seja, pois:

> Os tempos modernos encontraram os sólidos pré-modernos em estado avançado de desintegração; e um dos motivos mais fortes por trás da urgência em derretê–los era o desejo, por uma vez, de descobrir ou inventar sólidos de solidez *duradoura*, solidez em que se pudesse confiar e que tornaria o mundo previsível e, portanto, administrável (Bauman, 2004, p. 10).

Nos padrões atuais das instituições, há pouca ou nenhuma aderência às mobilizações sociais e estruturais sobre o acesso à informação em relação a abrangência e noções dos riscos socioambientais. Então, podem-se incluir a esse quadro tanto o setor privado quanto o público, os quais tendem a censurar a participação popular sem o devido incentivo pela falta de informação, riscos das atividades humanas e industriais, falta de transparência necessária para a participação pública (Beck, 2011).

A intervenção do Estado poderia ir além de sua esfera nacional de resposta, possibilitando a descentralização e a prevenção, considerando que o Estado nem sempre está preparado para lidar e solucionar questões ligadas a catástrofes ambientais, pois:

> o Estado é, por sim só, capaz de enfrentar e resolver problemas, o que, no caso de resposta às calamidades naturais, os acontecimentos recentes tem mostrado ser cada vez mais duvidoso […] E não poderia ter sido de outra forma, uma vez que Estados bem mais estáveis, antigos e poderosos, em termos de recursos e meios humanos, se têm revelado, por si sós, incapazes de fazer face a catástrofes destas dimensões [...] a melhoria das condições de resposta só poderá surgir de uma perspectiva inteiramente nova, assentada nos princípios conjugados da descentralização (por oposição à tradição de centralização) e da prevenção (por oposição à tradição de incidência na capacidade de reação) (Santos, 2005, P. 245-246).

O futuro depende de nossa capacidade de integrar educação climática em todos os níveis da sociedade, formando uma geração consciente e preparada para enfrentar os desafios ambientais. Com o agravamento das mudanças climáticas, o conhecimento torna-se a ferramenta mais poderosa para mitigar seus impactos, e é essencial que ele esteja conectado a ações concretas e sustentáveis. A educação climática não é apenas uma responsabilidade das escolas, mas uma missão coletiva que envolve comunidades, governos e o setor privado em uma rede de aprendizado contínuo.

A articulação intersetorial desempenha um papel fundamental nesse processo, unindo diferentes setores em torno de objetivos comuns. Governos, empresas, ONG's e comunidades devem colaborar de maneira eficaz, criando políticas e práticas que integrem ciência, tecnologia e práticas locais para garantir uma transição justa e inclusiva. Essa colaboração fortalece as estratégias de adaptação e resiliência, garantindo que soluções inovadoras sejam aplicadas de forma coordenada, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as populações mais vulneráveis.

Considerações finais

A análise evidenciou a necessidade de considerar a intersetorialidade na coprodução de bens e serviços públicos como uma estratégia para a Redução de Riscos de Desastres - RRD e promoção da cidadania em nível regional. Isto, pois as conclusões deste estudo enfatizam a importância da coprodução de bens e serviços públicos no combate a desastres, enfatizando a intersetorialidade das medidas governamentais e a participação ativa da sociedade.

O texto destaca que a administração de riscos e desastres, particularmente em um cenário de crises climáticas e ambientais, requer ações coordenadas que ultrapassam as habilidades de uma única entidade ou setor deter a competência originária constitucionalmente definida e legítima, exigindo a cooperação entre o governo, a sociedade civil e o setor privado, entre outros atores estaduais que venham a incorporar atividades oportunas, mas que precisam alinhar-se às estratégias de Solidariedade, como o Marco de Sendai e a Agenda 2030 em prol da coesão territorial.

Neste contexto, a coprodução surge como um instrumento de governança democrática que reforça tanto a estrutura jurídica quanto a justiça social, garantindo que as medidas emergenciais e de longo prazo fomentem a igualdade e a salvaguarda do meio ambiente. A intersetorialidade, ao unir diversos setores e campos de conhecimento, expande a abrangência do conhecimento.

A Defesa Civil, através do CIGERD, realiza a proteção ambiental, desenvolve bens e serviços públicos que abrangem desde sistemas de alerta antecipado, medidas de prevenção e mitigação de catástrofes, até projetos de recuperação e preservação de áreas degradadas. A coprodução neste cenário possibilita uma estratégia mais flexível e inclusiva, pois valoriza o saber local, as necessidades das comunidades impactadas e a capacidade de inovação dos vários setores envolvidos como nas Áreas de Risco.

Ademais, ao intensificar a comunicação entre os diversos participantes, a coprodução auxilia na promoção da justiça ambiental, assegurando que as medidas de Defesa Civil sejam justas e eficientes, gerando efeitos duradouros para as gerações presentes e vindouras.

Assim, a formação de políticas públicas integradas, sustentadas por uma reflexão crítica e o uso de indicadores que reforcem a coprodução e a governança adaptativa frente aos desafios contemporâneos impostos pelas mudanças climáticas, servem para a criação de redes de cooperação intergovernamentais e a adoção de uma gestão proativa, que são elementos essenciais para adaptar-se os impactos dos desastres, promover a sustentabilidade e um *modus convivendi* socioecológico em prol do não retrocesso socioambiental e, por efeito, estabelecer uma segurança ambiental.

Notas

2 As sete metas globais são: (a) Reduzir substancialmente a mortalidade global por desastres até 2030, com o objetivo de reduzir a média de mortalidade global por 100.000 habitantes entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015. (b) Reduzir substancialmente o número de pessoas afetadas em todo o mundo até 2030, com o objetivo de reduzir a média global por 100.000 habitantes entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015. (c) Reduzir as perdas econômicas diretas por desastres em relação ao produto interno bruto (PIB) global até 2030. (d) Reduzir substancialmente os danos causados por desastres em infraestrutura básica e a interrupção de serviços básicos, como unidades de saúde e educação, inclusive por meio do aumento de sua resiliência até 2030. (e) Aumentar substancialmente o número de países com estratégias nacionais e locais de redução do risco de desastres até 2020. (f) Intensificar substancialmente a cooperação internacional com os países em desenvolvimento por meio de apoio adequado e sustentável para complementar suas ações nacionais para a implementação deste quadro até 2030. (g) Aumentar substancialmente a disponibilidade e o acesso a sistemas de alerta precoce para vários perigos e as informações e avaliações sobre o risco de desastres para o povo até 2030 (Organização das Nações Unidas - ONU - Marco de Sendai 2015-2030. 2015. p. 07-09).

3 Vide art. 23, VI e VII (competências comuns e compartilhadas); art. 225 (participação social e cooperação); art. 225, §1 (princípio da precaução e dever do Estado); art. 30 (descentralização administrativa) da CRFB/88 e Lei Complementar 140/2011 (instrumentos de planejamento e governança).

4 SANTA CATARINA. Defesa Civil: Protocolo 2024022269. 2024. Disponível em: <https://ouvidoria.intranet.sc.gov.br/abre_arquivo.php?anexo=eJwzMjE2NTMFAARCATo%3D>. Acesso em: 01 ago. 2024.

Referências

AMORIM, João Alberto Alves. **A ONU e o meio ambiente, direitos humanos, mudanças climáticas e segurança internacional no século XXI**. São Paulo: Atlas. 2015.

BAUMAN, Zygmunt. **Amor líquido***:* sobre a fragilidade dos laços humanos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 2004.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida Líquida.** Zahar. Rio de Janeiro. 2007.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco:** rumo a uma outra modernidade. Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de formação:** noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base. Brasília. 2017.

BONAVIDES, Paulo**. Teoria Constitucional da Democracia Participativa**. Malheiros: São Paulo. 2003.

BOVAIRD, Tony. Beyond engagement and participation-user and community co-production of public services. **Public Administration Review,** v. 67, p. 846-860, 2007.

CADAG, Jake Rom. From connections towards knowledge co-production for disaster risk reduction including climate change adaptation. In: KELMAN, Ilan; MERCER, Jessica; GAILLARD, Jc. **The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation.** London: Routledge. 2017.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. **Direito constitucional e teoria da constituição**. 7. ed. Coimbra: Almedina, 2003.

COSTA, Welliton Saulo da; RONCONI, Luciana Francisco de Abreu; MENEZES, Elaine Cristina de Oliveira. O Curso de especialização em Gestão Pública Avançada da Fundação Escola de Governo de Santa Catarina frente a modelos de administração pública: Perspectiva dos egressos sob sua formação. **Revista do Serviço Público**, 71 (4), 2020. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/4101>. Acesso em: 10 set. 2024.

FERREIRA, Heline Sivini. Competências Ambientais. P.229-230. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato. **Direito Constitucional Ambiental Brasileiro** (Org). 4ª ed. São Paulo: Saraiva. 2011.

GIL, Antonio Carlos**. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo. Atlas. 1989.

GOMES, Adalmir Oliveira; MOURA, Walter José Faiad de. **O conceito de coprodução de serviços:** proposta de aplicação no Judiciário brasileiro. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/MPRsGTWdkZYN7B5yD3stNHf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 out. 2024.

KISSLER, Leo; HEIDEMANN, Francisco G. Governança pública: Novo modelo regulatório para as relações entre Estado, Mercado e Sociedade. **RAP**. Rio de Janeiro. 40. Mai/Jun. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/rwrQDBzcvb7qVLGgdBvdWDH/?format=pdf>. 2006.

KLIKSBERG, Bernardo. Gerência Social: dilemas gerenciais e experiências inovadoras. In: KLIKSBERG, Bernardo. **Pobreza:** uma questão inadiável: novas respostas a nível mundial. Brasília: ENAP. 1994.

LAVIEILLE, Jean-Marc; BÉTAILLE, Julien; PRIEUR, Michel. **Les catastrophes écologiques et le droit:** Échecs du droit, appels au droit. Bruylant: Bruxells. 2011.

LEITE, *et al*. Direito Ambiental E Cartografia: Um Estudo De Caso Brasileiro Sobre Uso Do Solo Urbano, Riscos De Desastres E Justiça Territorial. In: ARAGÃO, Alexandra; SANTOS, José Gomes dos**. Sistemas Sociais Complexos e a Integração de Geodados no Direito e nas Políticas**. Faculdade de Direito de Coimbra. Coimbra: Instituto Jurídico. 2019. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/95914/1/II%20Congresso%20JUSTSide_e-book.pdf>. Acesso em: 18 out. 2024.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro.** 27ªed. São Paulo: Malheiros. 2020.

MARTINS, Gilberto Andrade. Estudo de caso*:* Uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil**. Revista de Contabilidade e Organizações**. FEARP – USP. 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rco/article/view/34702/37440>. Acesso em: 09 jul. 2019.

NÉLSIS, Camila Magalhães. **Desastres e Intersetorialidade das Políticas Públicas no Estado de Santa Catarina.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2012.

NOBRE, Carlos Afonso; MARENGO, José Antônio. A Interface ciência-políticas públicas p. 15-60, 497-500. In: NOBRE, Carlos Afonso; MARENGO, José Antonio (Org). **Mudanças Climáticas Em Rede:** Um Olhar Interdisciplinar. 1 Ed. Bauru: Editora Canal 6. 2017.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Marco de Sendai 2015- 2030.** 2015. Disponível em: <www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

RAWLS, John. **O direito dos povos.** Tradução: Luís Carlos Borges, Revisão técnica: Sérgio Sérvulo da Cunha, São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SALM, José Francisco; MENEGASSO, Maria Ester; RIBEIRO, Rebeca de Moraes. Coprodução do bem público e o desenvolvimento da cidadania: O caso do Proerd em Santa Catarina. **Alcance**, v. 14, n. 2, p. 231-246, 2007.Disonível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/ra/article/view/106>.

SANTA CATARINA. **Defesa Civil:** Protocolo 2024022269. Disponível em: <https://ouvidoria.intranet.sc.gov.br/abre_arquivo.php?anexo=eJwzMjE2NTMFAARCATo%3D>. Acesso em: 01 ago. 2024.

SANTA CATARINA. **Decreto Lei nº 29 de novembro de 2013.** Dispõe sobre o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/sc/decreto-n-1879-2013-santa-catarina-regulamenta-a-lei-n-15953-de-2013-que-dispoe-sobre-o-sistema-estadual-de-protecao-e-defesa-civil-siepdec-e-estabelece-outras-providencias>. Acesso em: 18 out. 2024.

SANTOS, Milton. **A Natureza Do Espaço:** Técnica E Tempo, Razão E Emoção. 4a Ed. 2. Reimpressão. Editora Da Universidade De São Paulo: São Paulo: 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa. In: SANTOS, Boaventura de Sousa (org). **Semear outras soluções:** os caminhos da biodiversidade e dos conhecimentos rivais. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 2005.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras. 2000.

SOUZA, Filipe Bellincanta de. **Ordenamento espacial e jurídico sobre a Redução de Riscos de Desastres no Brasil**. Dissertação. Mestrado. Programa de Pós-graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental – PPGPLAN/FAED. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/0000cd/0000cd41.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024

YIN, Robert. K. **Estudo de Caso:** Planejamento e Métodos. São Paulo. Bookman. 2001.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A CRISE CLIMÁTICA: A GOVERNANÇA DEMOCRÁTICO-PARTICIPATIVA COMO INSTRUMENTO DE PREVENÇÃO DE DESASTRES

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND THE CLIMATE CRISIS: PARTICIPATORY GOVERNANCE AS AN INSTRUMENT FOR PREVENTING DISASTERS

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LA CRISIS CLIMÁTICA: LA GOBERNANZA PARTICIPATIVA COMO INSTRUMENTO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES

L'ÉDUCATION ENVIRONNEMENTALE ET LA CRISE CLIMATIQUE: LA GOUVERNANCE DÉMOCRATIQUE-PARTICIPATIVE COMME INSTRUMENT DE PRÉVENTION DES CATASTROPHES

Nilton José Capelozza[1]

Matheus Stangherlin[2]

Camilo Stangherlim Ferraresi[3]

Lourenço Magnoni Junior[4]

1 Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação Básica na Unesp/Bauru – SP. Professor de Geografia da rede pública do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8798-2128. E-mail: niltonjcapelozza@gmail.com.

2 Doutorando em Educação Escolar na UNESP/Araraquara. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Docência para Educação Básica da UNESP/Bauru – SP; Professor de Geografia da rede pública do Estado de São Paulo. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2292-4146. E-mail: matheusstangherlin@gmail.com.

3 Pós-doutorando em Direito na Universidade do Minho (Braga - Portugal), Doutor em Direito na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos - São Leopoldo - RS). Professor e Coordenador do Curso de Direito das Faculdades Integradas de Bauru (FIB). Investigador Doutorado, no âmbito das atividades do ETec, JusGov - Escola de Direito da Universidade do Minho. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3044-7121. Email: camilostangherlimferraresi@gmail.com.

4 Docente do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza: Escolas Técnicas Estaduais Astor de Mattos Carvalho (Agrícola) de Cabrália Paulista - SP / Rodrigues de Abreu de Bauru – SP / Faculdade de Tecnologia de Lins - SP e do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da UNESP/Campus de Bauru - SP. Membro do Grupo Assessor de Ciência e Tecnologia do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP (www.agbbauru.org.br). Pós-doutoramento pelo Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) - Pós-Doutorado Estratégico – CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). Supervisor: Prof. Dr. José Mauro Palhares. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8275-5922. E-mail: lourenco.junior@fatec.sp.gov.br.

Os últimos anos têm sido marcados por fenômenos climáticos extremos e que têm produzido impactos profundos na sociedade, especialmente na porção mais vulnerável. Os acontecimentos (ou as ocorrências) de acidentes ou eventos da natureza (ou por ação do homem) com grande capacidade destrutiva para o meio ambiente, saúde e vida humana, tem se tornado mais frequentes de modo a reclamar respostas multidisciplinares para os desafios decorrentes dos desastres climáticos.

Nesse cenário, de aumento significativo da ocorrência de desastres, bem como, de urbanização acelerada da sociedade brasileira que atualmente está concentrada nos espaços urbanos, sendo que o percentual de brasileiros que atualmente vivem em cidades é de 84,4%, a situação tende a agravar-se. De acordo com esse percentual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil, é hoje, um dos países mais urbanizados do mundo e não há indicadores que apontem que o processo de urbanização irá se reverter ou ocorrerá um êxodo urbano. O futuro da sociedade está nas cidades (Nasce, 2017).

Entrelaçando esses fatores – intensa urbanização e alterações climáticas – temos como resultado a expansão quase que generalizada de problemas que antes eram menos frequentes e característicos de grandes centros.

No Brasil, os eventos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul são a parte mais visível desses fenômenos que, segundo especialistas, tendem a ser cada vez mais frequentes. Nos últimos dois anos o mesmo Estado do Rio grande do Sul sofreu ao menos três grandes eventos de grandes inundações e secas intensas (Biernath, 2024).

Ocorre que esses fenômenos não estão restritos às regiões metropolitanas, como foi o caso da região de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. Cidades de pequeno e médio porte têm sofrido com problemas dessa magnitude e causado danos materiais e humanos de grande intensidade.

No presente capítulo, pretendemos apresentar algumas possibilidades de enfrentamento da crise climática, especialmente em cidades de pequeno e médio porte. O problema pode ser delineado da seguinte maneira: Em que medida a educação ambiental trabalhada dentro de um contexto crítico, reflexivo e transformador pode ser um instrumento de prevenção e combate aos desastres climáticos no contexto de participação popular no modelo de ocupação do espaço urbano a partir das cidades inteligentes?

A educação ambiental como instrumento de proteção e preservação no cenário dos desastres climáticos

A questão ambiental é uma emergência concreta. Fenômenos climáticos extremos, antes tidos como atípicos, tornaram-se cada vez mais comuns. A ministra do Meio Ambiente Marina Silva declarou em entrevistas: “o que era extremo, passou a ser normal, e o que é o extremo, nem sabemos ainda o que é. Essas realidades já mudaram...” (Lucena, 2024). Tal declaração veio após as cheias que atingiram o Estado do Rio Grande do Sul no mês de maio

de 2024. Não esquecendo as ondas de calor que atingiram o país nos anos de 2022, 2023 e 2024 e as cheias que ocorreram em Barra Bonita, interior do estado de São Paulo e no estado da Bahia nos anos de 2020 e 2022, seguidos de período de bastante seca em 2023 e 2024.

O mundo pós-revolução industrial marca uma virada de chave no que tange às relações humanas e com a natureza. Além do desenvolvimento tecnológico, que possibilitou e tem possibilitado cada vez mais a exploração dos recursos naturais, o desenvolvimento do capitalismo vem aprimorando as formas de obtenção de lucro, ultrapassando limites que a natureza possui. É quase possível dizer que a dependência humana sob a perspectiva de sobrevivência e provedora de subsistência fica atrás na necessidade de acumular riqueza com sua exploração.

Essa é uma preocupação recente em termos históricos e considerando as conferências globais como parâmetro e a necessidade de enfrentar questões de grande magnitude a partir do conhecimento científico. Por essa razão, torna-se relevante pensar na formação intelectual dos indivíduos para melhor compreensão dos assuntos pertinentes.

Stangherlin e Magnoni Junior (2020) apresentaram um histórico da questão ambiental e já consideravam questões importantes relacionadas ao avanço do uso dos recursos naturais e os impactos que as ações antrópicas produzem e que podem colocar em risco a vida no planeta por conta dos desequilíbrios nos ecossistemas e biomas.

Dentre as possibilidades defendidas, está a formação contextualizada dos indivíduos. A Educação Ambiental pode ser um instrumento importante no conjunto da formação educacional, com caráter crítico e histórico, conforme apresentam Peneluc e Moradillho (2023) quando defendem como fundamentos nucleares para uma Educação Ambiental transformadora. Por nuclear, Saviani (2021) defende que seja o essencial dentro do currículo, considerando que sua crítica vai ao encontro de que a escola passa a tratar tudo como curricular:

> E por que isto? Porque, se tudo o que acontece na escola é currículo, se se apaga a diferença entre curricular e extracurricular, então tudo acaba adquirindo o mesmo peso; e abre-se o caminho para toda sorte de tergiversações, inversões e confusões que terminam por descaracterizar o trabalho escolar (Saviani, 2021, p. 15).

Sob parâmetros da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), é necessário historicizar e desenvolver a capacidade de compreender a totalidade das relações e, nesse contexto, a questão ambiental deve ser tratada como algo de primeira grandeza, ou seja, como algo também principal, como algo nuclear no currículo.

O modelo pedagógico inaugurado e desenvolvido por Saviani vislumbra essa possibilidade de formação humana do indivíduo. Saviani (2021) apresenta a educação como um fenômeno humano, que nos diferencia dos outros animais e que nos torna humanos, pois tudo o que está além de nossa capacidade biofísica é construído socialmente.

Como seres históricos e produtores de cultura, o que não foi oferecido pela própria condição biofísica, será desenvolvido e se tornará uma segunda natureza e isso pode ser

desenvolvido a partir do trabalho educativo. Desse modo, "o trabalho educativo é o ato de produzir direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens" (Saviani, 2021, p. 13).

Saviani destaca ainda que os indivíduos podem aprender nos mais diversos ambientes, mas que o saber sistematizado, aquele que produz ciência, cabe à escola, e a "escola existe, pois, para propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado (ciência) bem como o próprio acesso aos rudimentos desse saber". (Saviani, 2021, p. 14). Pode-se assim, considerar a escola como um espaço de extrema importância na formação humana dos indivíduos e que esse espaço deve apresentar uma visão de mundo transformadora e de totalidade das relações sociais (nesse caso, envolvendo a natureza).

Na perspectiva da PHC, que tem como fundamento o materialismo histórico-dialético, o ser humano se realiza a partir da produção de suas objetivações, portanto de seu trabalho, que está para além das condições da natureza natural, produzindo cultura e transformando o meio ambiente a partir do pressuposto de atender suas necessidades. Nesse ponto, deve-se passar a analisar nossas relações com a natureza e como construí-la de maneira harmoniosa e sem produzir a sua própria destruição, articulando o ser social com o ser natural. Entretanto, é inevitável nessa perspectiva desconsiderar o modelo de produção hegemônico do mundo globalizado.

A compreensão de uso consciente dos recursos naturais é fundamental no intuito de promover uma sociedade sustentável e que não os esgote em curto espaço de tempo, ou seja, "é necessário entender que o problema está no excessivo consumo desses recursos por uma pequena parcela da humanidade e no desperdício e produção de artigos inúteis nefastos à qualidade de vida" (Reigota, 2009, p.12).

Mesmo com toda dificuldade imposta pelos valores da sociedade capitalista, a Constituição Federal de 1988 trata da questão da educação ambiental como direito do indivíduo e como instrumento de efetivação do direito humano fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como se observa no art. 225, §1, VI, que estabelece "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (Brasil, 2016, p. 131).

Para atender o mandamento constitucional, a Lei nº 9.795/99 trata da Educação Ambiental e define que os sistemas de ensino têm obrigação legal de promover, oficialmente, a prática da Educação Ambiental em escolas de Ensino Fundamental e de Ensino Médio. Porém, o espaço não tem sido utilizado de forma efetiva na concepção histórica da relação homem/natureza.

A escola é um espaço fundamental, e o mais organizado no sentido de formação dos indivíduos. Por ele passa quase que a totalidade das pessoas que constituem uma sociedade, mas abordar a questão da Educação Ambiental na Educação Básica tem sido tarefa de algumas disciplinas, como Geografia, Ciências e Biologia e ainda de forma transversal.

Mesmo não havendo especificidade de algumas disciplinas para tratar do assunto, mas o que deve entrar em pauta é a inserção no currículo, como explica Saviani (2021),

de forma nuclear, ou seja, que não deve ser secundário, como normalmente é apresentado sob a forma de temas transversais. A Educação Ambiental precisa ser universalizada e, acima de tudo, historicizada na escola, uma vez que não deve ser papel de uma ou duas disciplinas esse debate, pois todos, invariavelmente, são dependentes de um meio ambiente saudável e equilibrado.

Assim, devem ser elaborados conteúdos que se tornem nucleares dentro do currículo a ser desenvolvido pela escola. Além disso, em se tratando da formação do indivíduo enquanto ser humano, todo o conjunto do processo educacional deve estar envolvido, sendo imprescindível conhecer e se aprofundar nos princípios que pautam nosso modelo de sociedade atual: a sociedade capitalista. Esse seria um instrumento importante, conforme explica Genebaldo Freire Dias:

> A degradação ambiental é produto do analfabetismo ambiental acoplado ao egoísmo e à ganância, regada a imediatismo e materialismo e emoldurada pela ignorância. Alimenta-se de um modelo econômico que percebe o ambiente apenas como recursos a serem transformados em negócios e lucros (Dias, 2010, p. 11).

Mais uma vez, a formação do ser humano e o modo de vida estão no centro do debate, que perde seu sentido se não estiver inserido. A Educação Ambiental passa pela conceituação de desenvolvimento sustentável, e mesmo quanto a isso, observa-se não existir um consenso sobre as dimensões, e sobre o que seria o desejado ideal de desenvolvimento sustentável. Como pensar impactos ambientais sem compreender o avanço desenfreado sobre o meio ambiente como o objetivo de produzir lucro acima de tudo e de todos?

Partindo desse pressuposto, Moreira (2009), corroborando com a visão de totalidade, argumenta ser necessário considerar a observação do espaço de vivência como fator de grande relevância para se refletir sobre a maneira que os indivíduos se relacionam com o meio e os impactos que porventura possam ocorrer. Ao tratar das relações humanas com a natureza é necessário considerar os sujeitos como agentes de transformação pela objetivação de sua produção.

Conforme explica Moreira (2009), essa é uma característica definidora na sociedade capitalista, ou seja, "no capitalismo, o processo de trabalho define-se a partir de como os homens configuram entre si as forças produtivas, e a relação desses homens com a natureza a partir dessa configuração" (Moreira, 2009, p. 60).

Essas relações se transformam à medida que a sociedade se desenvolve, e criam-se novas necessidades que produzirão novas transformações e impactos relacionados à própria relação humana e com a natureza. Concomitante, observa-se a evolução de eventos extremos como os desastres. Problemas antes característicos de grandes e médios centros urbanos passam a fazer parte da rotina também dos pequenos. Dentre esses, um em especial tem afetado consideravelmente as populações das cidades: aqueles relacionados

à ocupação e impermeabilização dos solos e suas consequências, tais como escoamento superficial das águas pluviais e inundações.

Mesmo a definição de desastres deve ser considerada dentro do contexto da ação humana, como é a conceituação de Tominaga (2009), que aponta tais fenômenos como aqueles que são impulsionados também pela ação humana.

Do ponto de vista da construção do espaço geográfico e da preocupação em se estruturar uma sociedade mais harmoniosa no que tange às suas relações sociais e com a natureza, é importante analisar a intencionalidade das transformações que provocam tais impactos.

Para Magnoni Junior (2018) é necessário compreendermos as mudanças na forma e na velocidade com que essas relações entre os seres humanos e a natureza tem ocorrido. Elas têm mudado, e transformado cada vez mais as paisagens, produzindo impactos e potencializando desastres.

E, buscando um olhar mais profundo, é possível pensar que a ampliação das transformações resultantes das ações humanas não é apenas fruto de uma necessidade de sobrevivência, mas também o desejo infinito de se produzir lucro. Em consequência, Magnoni Junior (2018) afirma que

> As relações sociais, econômicas, culturais e políticas envoltas a fenômenos naturais, condicionam a novas formas de organização de produção, trabalho, consumo, novas tecnologias, conflitos que redefinem a geopolítica mundial e descortinam a problemática ambiental lançando desafios até então inéditos ao Planeta Terra (Magnoni Junior, 2018, p. 184).

Para se alcançar uma convivência harmoniosa entre homem e natureza, e desconstruir a necessidade de lucro a qualquer custo é preciso falar objetivamente sobre isso. Na perspectiva da PHC, faz-se necessário realizar questionamentos e contextualizar a partir do modo de produção hegemônico e não simplesmente apresentar os aspectos técnicos sem aprofundar a discussão.

Peneluc e Moradillo (2023) discorrem sobre a possibilidade de se desenvolver a Educação Ambiental dentro dos parâmetros da PHC e apontam que não basta apenas ensinar as causas e consequências. Eles apontam diversos questionamentos necessários para a compreensão dentro da perspectiva de totalidade. Dizem:

> Quem ganha e quem perde com essas atividades? Por quê tais atividades produtivas continuam sendo favorecidas no âmbito da relação estado-corporações? Qualificando cada atividade no âmbito da história, da sociedade de classes." (Peneluc; Moradillo, 2023, p. 14).

E reforçam a necessidade da compreensão da totalidade das relações sociais:

> É a partir da compreensão sobre o modo de produção e de organização social que se deve partir a problematização da prática social; e a ela voltar, desta vez mais rico em determinações derivadas da compreensão científica e filosófica dos aspectos climáticos, ecológicos e sociais envolvidos nas mudanças climáticas (Peneluc; Moradillo, 2023, p. 14).

A educação ambiental tem sua importância diretamente relacionada à conscientização e à formação de cidadãos mais responsáveis e comprometidos com a preservação do meio ambiente. Assim, traria tais questões como nucleares na composição do currículo com o objetivo de desenvolver a visão de totalidade dos fenômenos envolvidos buscando superá-los para garantir a vida e a existência da humanidade.

Diante dos inúmeros problemas socioambientais do mundo atual, não é possível trabalharmos com Educação Ambiental na escola sem conhecermos suas concepções teóricas e filosóficas, seus objetivos, finalidades, valores e o seu compromisso com a transformação social e preservação ambiental no presente e no futuro.

Na visão de Layrargues (2002)

> A Educação Ambiental poderá colaborar na direção da alienação, quando implementada de modo reducionista ou poderá colaborar com a desalienação, através de uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo, do consumismo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão do lixo, buscando uma discussão que ultrapasse os aspectos técnicos, que considere também a dimensão política da questão (Layrargues, 2002, p. 180).

Diante do exposto, será preciso politizar o debate e a educação ambiental dentro da pluralidade das ideias para estimular à compreensão dos riscos presentes nas agressões ambientais que estão potencializando a ocorrência de desastres de diferentes magnitudes, à identificação e a responsabilização dos reais agentes de degradação, ao reconhecimento do acesso a um ambiente limpo como uma conquista cidadã e à participação organizada tanto na resolução de problemas comunitários quanto na defesa do bem-estar público, permitindo que a conjunção dos referidos processos possam contribuir com a abertura de caminhos profícuos para a construção de uma sociedade sustentável e emancipada baseada na defesa da vida num sentido amplo, da liberdade e da justiça social.

Loureiro (2002), aprofunda a nossa reflexão, dizendo que Educação Ambiental deve ser

> uma práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente. Nesse sentido, contribui para a tentativa de implementação de um padrão civilizacional e societário distinto do vigente, pautado numa nova ética da relação sociedade-natureza. Dessa forma, para a real transformação da crise estrutural e conjuntural em que vivemos, a Educação Ambiental, por definição, é elemento estratégico na formação de ampla consciência crítica das relações sociais e de produção que situam a inserção humana na natureza (Loureiro, 2002, p. 69).

Portanto, com o avanço da implementação do projeto de educação neoliberal nas escolas públicas de educação básica, a atuação das educadoras e educadores está limitando as ações da educação ambiental, instrumentalizando à sensibilização sobre a problemática ecológica como um mecanismo de promoção do capitalismo globalizado que busca se afirmar como verde e universal em seu processo de produção e reprodução do capital, ignorando totalmente o ambiente como realidade social.

A crise climática nas pequenas cidades: o caso de Barra Bonita/SP

Os fenômenos naturais decorrentes das mudanças climáticas e que desencadeiam desastres, não estão restritos às grandes cidades. Ferraresi e Stangherlin (2018) já apontaram que cidades de pequeno e médio porte têm sofrido com problemas dessa magnitude e causado danos materiais e humanos de grande intensidade. Destacam que, em especial as enchentes, tornaram-se mais frequentes em virtude da impermeabilização do solo (consequência do aumento das áreas urbanizadas dos municípios) e do escoamento de águas pluviais superficiais.

As mudanças climáticas aumentarão as possibilidades de ocorrência de desastres, colocando em risco a vida humana, a propriedade, a produção de alimentos, o alagamento de zonas costeiras, entre outras situações. Ao avaliar os impactos de eventos extremos, é importante ter em mente que as mortes por desastres ocorrem predominantemente em países em desenvolvimento. Os países de baixa renda abrigam um terço da população global, mas sofrem dois terços das mortes. No viés econômico, as perdas são maiores nos países desenvolvidos, porque a propriedade é mais cara, os valores absolutos são maiores (Faber; Carlarne, 2018).

Délton Winter de Carvalho e Fernanda Dalla Libera Damacena apontam que os "desastres climáticos, por exemplo, estão tendencialmente a crescer, conforme demonstra o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2007-2008 das Nações Unidas [..]" (Carvalho; Damacena, 2013, p. 24). De acordo com esse relatório, no período de 2000 a 2004 houve um aumento significativo da ocorrência de desastres climáticos, atingindo 262 milhões de pessoas por ano (Carvalho; Damacena, 2013).

Diante disso, explicam que com o aumento da ocorrência de desastres climáticos, os modelos de avaliação de riscos e perigos tornaram-se mais complexos, "[...] bem como, tornando cada vez mais turvas as intersecções entre danos ambientais tradicionais e aqueles dotados de especificidades de desastres (grande magnitude, duradouros e efeitos combinados sinergeticamente)" (Carvalho; Damacena, 2013, p. 24).

Nesse contexto, o recorte para o presente capítulo apresenta o caso de Barra Bonita, cidade de aproximadamente 38 mil habitantes, localizada no interior do Estado de São Paulo. No início dos anos 2020 e 2021, Barra Bonita foi marcada por cenário de fortes chuvas que provocaram muitos estragos pela cidade.

Foram dois eventos intensos que causaram a destruição de vias públicas, residências, estabelecimentos comerciais e a morte de uma motociclista. O primeiro evento ocorreu no dia 05 de dezembro de 2020, em que fortes chuvas durante aproximadamente 1 hora, resultaram em enxurradas e alagamentos em vários pontos da cidade,

> além do Córrego Barra Bonita ter transbordado na Avenida Caio Simões, a Avenida Pedro Ometto também foi tomada pelas águas, que invadiu alguns estabelecimentos comerciais e casas próximas ao córrego. Uma rotatória da cidade também foi destruída pela força da água. Com exceção da morte da motociclista, não houve feridos, segundo a PM (Portal G1, 2021).

No ano seguinte, em 15 de janeiro de 2021, o cenário se repetiu e novas chuvas provocaram alagamentos, enxurradas e os estragos consequentes. Muitos estabelecimentos comerciais, especialmente no centro da cidade, por onde passa o Córrego Barra Bonita, foram inundados novamente. Passados alguns meses dos episódios, pouco ou nada se fez. As recuperações de estragos em vias públicas, podas de árvores que caíram, muros e calçadas arrancadas foram realizadas e recuperadas. Entretanto, nenhum projeto de contenção de danos ou debates para que tais eventos sejam mitigados e os prejuízos materiais e humanos sejam evitados, foram realizados. Pelo contrário. Uma análise que havia sido realizada em 2009, foi engavetada.

Conforme relatos citados no livro "Barra Bonita – 100 anos de história", cheias aconteciam em períodos muito mais espaçados e atingiam o Rio Tietê. Não afetavam o interior do município, pois o leito do Córrego era capaz de absorver as águas das chuvas:

> Em 1970, a cidade foi surpreendida com um "fenômeno" que desde o ano de 1929 não ocorria com a mesma grandiosidade. As copiosas e incessantes chuvas na capital e em todo interior do Estado provocaram uma surpreendente cheia do Rio Tietê. A vazão das águas junto a Usina Hidroelétrica era controlada pelos técnicos e engenheiros que avisavam pelo rádio e telefone, a hora e o volume, em centímetros, da subida das águas, para que se colocassem em alerta e segurança os moradores, os proprietários de embarcações, máquinas, equipamentos e cerâmicas, junto às margens (Barra Bonita, 2024).

O histórico apresentado aponta que tal problema não era decorrência do crescimento da cidade. Fortes chuvas que atingiram a cabeceira de rios que desaguavam no Rio Tietê em praticamente todo o Estado de São Paulo e, por consequência, chegavam até Barra Bonita.

> Para Barra Bonita a enchente tornou-se uma atração a mais, pois aqui não caíram chuvas fortes. As águas que causavam inundação eram decorrentes das constantes chuvas na área da grande São Paulo. Assim, todos os fins de tarde e durante mais de quinze dias, as famílias barra-bonitenses e das cidades vizinhas se dirigiam às imediações da Avenida Pedro Ometto para admirar o espetáculo: o Rio Tietê "entrando" pelos fundos da Churrascaria Bambu e "saindo" pela porta da frente, com mais de quarenta centímetros de altura de água (Barra Bonita, 2024).

E assim se repetiu 10 anos depois, no início dos anos 1980. Tais fenômenos se assemelham com a pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul acerca da catástrofe ocorrida por lá. A quantidade de chuvas, o intervalo de ocorrência e os danos causados são bastante distintos. No final da década de 1990 uma grande cheia atingiu novamente a cidade. Nesse caso, os impactos foram mais diretamente relacionados ao Córrego Barra Bonita, afluente do Rio Tietê e que corta o município. Casas invadidas pela água, carros arrastados e uma pessoa morta.

Foi nesse contexto que surgiu a Associação dos Amigos do Córrego Barra Bonita. Essa entidade, formada por moradores ribeirinhos que haviam sido afetados pela enchente ou que estavam na eminência de serem afetados, caso ocorressem novas chuvas, tinha como objetivo debater soluções para os problemas decorrentes.

Importante ressaltar que a proposta de participação popular é potencializar a gestão democrática das cidades e ampliar os atores no processo de tomada de decisão para que políticas públicas sejam implementadas e não a substituição ou diminuição do papel do Estado. E aqui se insere a relevância das associações para que tenham de fato poder de influenciar nas decisões e ações do Poder Público, independente de quem seja o representante eleito em cada período histórico.

E foi o que aconteceu. A mobilização e organização popular teve como resultado a consecução de um projeto de drenagem, denominado "Projeto básico de combate às enchentes – Córrego Barra Bonita". O projeto foi desenvolvido pelo escritório Ville Projetos de Engenharia Ltda e coordenado pela Universidade Federal de São Carlos, ambos da cidade de São Carlos, tendo como engenheiro responsável Paulo Vaz Filho.

O projeto foi desenvolvido em abril de 2009 e produziu 36 mapas além de memoriais descritivos sobre os problemas e algumas medidas a serem tomadas. Um dos destaques é a curva de crescimento da área urbanizada entre 1970 e 2007, que parte de 2 km^2 para quase 10 km^2.

Contudo, passados uma década e meia da realização do projeto, o que se assistiu foi o engavetamento do estudo e a continuidade do processo de impermeabilização de áreas

que deveriam permanecer permeáveis. Além disso, a Associação se desfez e nenhuma obra sequer foi realizada para evitar os desastres que vieram ocorrer alguns anos mais tarde.

Cidades inteligentes e resilientes no contexto da governança democrático-participativa

Tratar de questões ambientais envolve múltiplas variáveis e não é uma questão simples de se enfrentar, muito menos de superar a degradação que o ser humano vem produzindo a partir de uma visão mercadológica dos recursos naturais.

A possibilidade de desastres atingirem esses espaços urbanos ocupados pela maioria da população brasileira é real e, por essa razão, necessário (re)pensar o parcelamento do solo e o planejamento urbanístico de modo a dar respostas rápidas e eventuais situações de risco para a população.

A resiliência como característica das cidades será fundamental para o enfrentamento adequado de eventuais desastres e o fortalecimento da participação da população no planejamento urbano será fundamental para realização desse fim, bem como, para a rápida tomada de decisão em caso de eventos catastrófico.

Nesse contexto, o modelo de reorganização do espaço urbano a partir das cidades inteligentes é condição de possibilidade para cidades do futuro que sejam sustentáveis e resilientes. As cidades inteligentes ou *Smart Cities* são um modelo de cidade que tem como característica a resiliência e as ferramentas necessárias para o fortalecimento da democracia substancial por meio de uma governança democrático-participativa.

A (re) construção da cidade deve ser desenvolvida a partir das pessoas, das necessidades, dos problemas sociais, das mudanças do clima, do aumento da ocorrência de desastres, da compreensão dos processos históricos, da democratização da cultura e de acesso a serviços públicos, mobilidade urbana, melhoria no patamar mínimo civilizatório.

Há a necessidade de ruptura com o modelo de cidade, que atende exclusivamente, a setores privilegiados da sociedade e resgatar valores, estruturação e ocupação de espaços, de maneira que possibilite a preservação ambiental, qualidade de vida, democratização de cultura, políticas de inclusão, ações que tragam melhoria significativa na vida das pessoas que convivem e interagem nesse espaço denominado cidade.

A cidade é o cenário de construção social da vida humana, que deve ser pensada a partir do horizonte de possibilidades, dos sujeitos e de suas necessidades (materiais e existenciais) e não exclusivamente do interesse econômico e financeiro.

Nesse cenário de inovação, novas tecnologias e complexidade de relações sociais, as *Smart Cities* são modelos de cidades em que a tecnologia é o motor de transformação da sociedade e ferramenta para o atendimento das necessidades da mesma a partir da participação e construção das decisões públicas relacionadas com o espaço urbano. De acordo com Klaus Schwab as cidades "conectarão serviços, redes públicas e estradas à internet. Essas cidades irão gerenciar sua energia, fluxos de materiais, logística e tráfego." (Schwab, 2016, p. 135). Prossegue:

> As cidades inteligentes estão continuamente ampliando sua rede tecnológica de sensores e trabalhando suas plataformas de dados, que serão o centro de conexão de diferentes projetos tecnológicos e da adição de serviços futuros, com base na análise de dados e modelagem preditiva (Schwab, 2016, p. 135).

Por outro lado, o Banco Interamericano de Desenvolvimento define as cidades inteligentes como "aquela que coloca as pessoas no centro do desenvolvimento e as tecnologias de informação e comunicação na gestão urbana, e utiliza estes elementos como ferramentas para estimular o desenho de um governo efetivo que inclui o planejamento colaborativo e a participação cidadã." (Andrade; Franceschini, 2017, p. 3852).

Pode-se identificar nas *Smart Cities* o deslocamento para o sujeito como centro e norteador da ressignificação da cidade e, a partir da tecnologia, transformar o espaço urbano ocupado de modo a garantir melhores condições de existência e participação ativa no planejamento das cidades. Nesse desenho de cidades inteligentes exige-se um sujeito ativo e participante da vida pública para garantir a elaboração de políticas públicas que atendam às necessidades socioambientais.

Cidades inteligentes e sustentáveis seriam, então, cidades baseadas em um modelo inteligente de gestão ancorado em tecnologias de informação e comunicação, cujo objetivo repousa em maneiras de viabilizar a sustentabilidade em todas as suas interfaces. (Leite, 2012, p. 09). Nessa (re) construção de um (novo) modelo de cidade Carlos Leite indica a reflexão sobre sustentabilidade e o planejamento urbano:

> O que é mais sustentável – econômica, ambiental e socialmente – na transformação das metrópoles contemporâneas: refazer os seus imensos territórios centrais rarefeitos com paradigmas contemporâneos ou deixar a cidade crescer de modo difuso ocupando áreas distantes e pouco urbanizadas (urban sprawal)?
>
> Acredito que o desenvolvimento urbano sustentável impõe o desafio de refazer a cidade existente, reiventando-a. De modo inteligente e inclusivo (Leite, 2012, p. 06).

Como estratégias criativas para reconfigurar a dimensão urbana e o desenvolvimento ambiental sustentável podem ser geradas a partir dos novos formatos de desenvolvimento local – ambientes inovadores e *clusters*[5] urbanos (Leite, 2012, p. 15).

Os impactos positivos das cidades inteligentes são o aumento da eficiência na utilização dos recursos; aumento da produtividade; aumento da densidade; melhoria da qualidade de vida; efeito sobre o meio ambiente; melhor acesso da população em geral aos recursos; menor custo de prestação de serviços; maior transparência em torno de uso e estado dos recursos; diminuição da criminalidade; aumento da mobilidade; geração e consumo descentralizados de energia alternativas; produção descentralizada de bens; aumento da resiliência aos impactos das mudanças climáticas, redução da poluição,

aumento do acesso à educação; acessibilidade mais rápida aos mercados; mais empregos; e, governo eletrônico mais inteligente (Schwab, 2016).

Dos impactos positivos listados, importante destacar três: i) resiliência aos impactos das mudanças climáticas; ii) redução da poluição; iii) governo eletrônico mais inteligente.

O fortalecimento da resiliência das cidades a partir das *Smart Cities* é o modelo de cidade do futuro para enfrentar os desafios que já são atuais e irreversíveis decorrente das mudanças climáticas em razão do aquecimento da temperatura da terra em decorrência da ação humana. Cidades resilientes e planejamentos urbanísticos adequados às mudanças climáticas são instrumento de diminuição de prejuízos e minimização de danos a partir de eventos naturais destrutivos que têm acontecido com mais frequência.

A resiliência das cidades implica necessariamente na inteligência, sendo que cidade inteligente é um lugar complexo, em que a partilha de informações permitiria o fortalecimento da participação da população no planejamento urbano, bem como, para a rápida tomada de decisão em caso de eventos catastrófico (Sennett, 2018). Cidades inteligentes, sustentáveis e resilientes seriam modelos urbanísticos aptos ao enfrentamento dos riscos originados do cenário de desastres decorrentes de mudanças climáticas, haja vista, a capacidade de retomar rapidamente o funcionamento dos serviços públicos, rapidez e flexibilidade de estruturas sociais e a possibilidade de tomada de decisões com maior participação popular por meio de ferramentas tecnológicas (Engelmann; Ferraresi, 2020).

O outro ponto positivo a destacar são as tecnologias que vão facilitar a participação popular no processo de tomada de decisão, evoluindo de uma democracia representativa para uma participativa. O governo eletrônico permitirá uma participação mais efetiva da população na tomada de decisões e facilitará o fluxo de informações sobre os acontecimentos e fenômenos ambientais relacionados com a cidade (Ferraresi, 2021).

O planejamento urbano deve conter uma exposição ordenada dos objetivos a serem enfrentados e uma reflexão antecipada, planejamento preventivo e escolha estratégica sobre desenvolvimento desejado. Devem ser democraticamente elaborados a partir de conhecimento técnico e envolvimento participativo (Carvalho, 2017).

A educação se configura como o principal elemento de inclusão social, de desenvolvimento humano e de formação de cidadãos conscientes e capazes de participar ativamente das decisões políticas e sociais transformadoras. Por outro lado, na sociedade tecnológica do Século XXI, com a formação das *smart cities* a negação de educação para acesso ao conhecimento e às novas tecnologias, é um fator de maior exclusão social e negação de direitos (Ferraresi; Tagliavini; Maia, 2024). Daí a imprescindibilidade de superação das desigualdades educacionais e da garantia de acesso, com igualdade de condições, a todos os seres humanos ao conhecimento historicamente sistematizado e desenvolvido pela humanidade para a para materialização da democracia substancial a partir de uma governança participativa no cenário das *Smart Cities* (Ferraresi; Tagliavini; Maia, 2024).

Ressalte-se que o acesso igualitário ao direito à educação é essencial para o exercício e acesso aos demais direitos, como aponta Dermeval Saviani, ao afirmar que a educação: "para além de se constituir um determinado tipo de direito, o direito social, configura-se como condição necessária, ainda que não suficiente, para o exercício de todos os direitos, sejam eles civis, sociais, econômicos ou de qualquer outra natureza" (Saviani, 2013, p. 745).

A perspectiva apresentada está em consonância com a visão de totalidade que defendemos, ou seja, tratar do problema a partir da compreensão das relações sociais envolvidas. Seria essa uma questão filosófica, aquela que Saviani (2013) apresenta como de grande magnitude, que se justifica na condução da educação dos seres humanos. Como ele mesmo diz:

> Revela, enquanto pode chamar a atenção para alguns problemas que se revestem de tamanha magnitude, em face das condições concretas em que o homem produz a sua existência, que exigem, em caráter prioritário, uma reflexão radical, rigorosa e de conjunto (Saviani, 2013, p.24).

É uma questão de continuidade da existência da vida humana no planeta e requer compreensão profunda da realidade que estamos construindo. São muitos interesses envolvidos e como vimos é necessário ter o conhecimento sistematizado sobre o tema. A fragmentação da visão pode distorcer os problemas e torna-se improvável a superação ou a solução dos problemas.

Sendo assim, outro caminho que pode nos lançar alguma luz sobre o tema em questão é a governança democrático-participativa. Porém, andando de mãos dadas com a formação integral do indivíduo, para que não seja levado a simplificar algo que se mostra tão complexo.

Considerações finais

A problemática apresentada é uma emergência atual e futura, já que pode colocar em risco a sobrevivência de parcela significativa da população. Trata-se de uma questão bastante delicada em virtude da multiplicidade de interesses envolvidos, tendo como central a questão econômica.

Tais interesses estão diretamente ligados ao modelo hegemônico de produção. Portanto, enfrentar a emergências dos desafios que o aumento da intensidade dos desastres tem produzido, é também compreender o modelo de sociedade desenvolvido pela humanidade. Para a superação desses desafios é imprescindível reconhecer efetivamente o causador desses problemas, pois possibilitará êxito nas possibilidades apresentadas.

Tendo como vetor principal, a formação educacional e intelectual dos indivíduos pode fornecer capacidade de compreensão da totalidade dos fenômenos, tanto sociais quanto naturais. Por isso, defendemos a perspectiva crítica e historicizada. Um processo de formação efetivo desdobrará na exigência de novos rumos de desenvolvimento, inclusive com participação coletiva.

Para que a Governança Democrático-Participativa de fato seja eficaz é preciso compreender que se trata de alterações diretas nos modelos atuais de relações entre os órgãos públicos e a sociedade civil. Possíveis implicações desse modo de administração parte da premissa que a participação ativa da população contribuiria com a legitimação e a aplicação das decisões no contexto local, tornando-a mais eficazes.

Compreende-se também um impacto nos próprios indivíduos, onde a participação contribuiria para estimular a cidadania, tornando-os mais ativos e participativos no processo social e político.

Tratando-se dos eventos específicos, não se insinua a formação de especialistas, mas sim de indivíduos capazes de compreender as relações existentes na consecução de políticas públicas e que passem a exigir de maneira efetiva a superação de problemas que afligem cotidianamente.

Nota

5 Clusters: Agrupamentos. (Fonte: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/cluster>).

Referências

ANDRADE, Elisabete Agrela; FRANCESCHINI, Maria Cristina Trousdell. O direito à cidade e as agendas urbanas internacionais: uma análise documental. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, p. 3849-3858, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/ pdf/csc/v22n12/1413-8123-csc-22-12-3849.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BARRA BONITA. Prefeitura da Estância Turística de Barra Bonita. **De Salles Leme e Pompeu (1883) a Wady Mucare (1983):** Barra Bonita, 100 anos de História. Disponível em: <https://barrabonita.sp.gov.br/barrabonita/livro-100-anos-de-historia/as-enchentes-do-tiete-em-1970-e-1972>. Acesso em 20 de maio de 2024.

BIERNATH, André. **O que causou a enchente de 1941 em Porto Alegre** — e porque ela não é argumento para negar mudanças climáticas. BBC News Brasil, 16 de Maio de 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cv27272zd79o>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 14 de maio 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal: Coordenação de Edições Técnicas, 2016. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituição/>. Acesso: 04 maio 2024.

CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão jurídica ambiental**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2017.

CARVALHO, Délton Winter de; DAMACENA, Fernanda Dalla Libera. **Direito dos desastres**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

DIAS, Genebaldo Freire. **Dinâmicas e instrumentos para educação ambiental**. 1ª ed. – São Paulo: Gaia, 2010.

ENGELMANN, Wilson; FERRARESI, Camilo Stangherlim. A Smart City como modelo de estruturação de cidades sustentáveis e resilientes. *In*: GONZÁLEZ, Javier García González; LOZANO, Álvaro Alzina; RODRÍGUEZ, Gabriel Martín. **El derecho público y privado ante las nuevas tecnologías**. Madrid: Editorial Dykinson, 2020, p. 272-280.

FARBER, Daniel; CARLARNE, Cinnamon P. **Climate change law**. Saint Paul: Foundation Press, 2018.

FERRARESI, Camilo Stangherlim. **A Ressignificação do Direito à Cidade a partir dos Direitos Humanos:** As *Smart Cities* como um espaço para garantir a qualidade de vida das pessoas com deficiência. 1. ed. Blumenau: Editora Dom Modesto, 2021.

FERRARESI, Camilo Stangherlim; TAGLIAVINI, João Virgílio; MAIA, Maria Cláudia Zaratini. Direito à Educação e *Smart Cities*: a Governança Participativa para realização dos Direitos Humanos e dos ODS da Agenda 2030. *In:* VEIGA, Fábio da Silva; XAVIER, João Proença; LOUREIRO, Claudia Regina Magalhães. **Direitos Humanos:** Aspectos Interdisciplinares e Travessias Globais. 1. ed. Porto. Instituto Iberoamericano de Estudos Jurídicos e Coimbra Business School, 2024.

LAYRARGUES, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: **Educação ambiental:** repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, p. 179-219.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LOUREIRO, Carlos F. Bernardo. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. In**: Educação ambiental:** repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, p. 69-98.

LUCENA, André. **Extremo climático virou normal e precisamos nos adaptar, diz Marina Silva.** Carta Capita, 14 de maio de 2024. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/cartaexpressa/extremo-climatico-virou-normal-e-precisamos-nos-adaptar-diz-marina-silva/>. Acesso: 20/06/2024.

MAGNONI JUNIOR, Lourenço. **O Conhecimento Científico como base para a resolução de problemas relacionados à microbacia hidrográfica do córrego São José do Corrente, munícipio de Cabrália Paulista – SP. Bauru, 2007**. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101995/magnonijunior_l_dr_baru.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21-05-2024.

MAGNONI, Lourenço Junior. Ciência Geográfica - Bauru. **Educação e Ensino de Geografia de qualidade para a construção de uma sociedade democrática e resiliente**. AGB-Bauru. Janeiro/Dezembro. 2018.

MOREIRA, Ruy. **O que é Geografia**. São Paulo - SP. 2ª edição. Brasiliense, 2009.

REVISTA EXAME. **Nasce a cidade do futuro**. São Paulo, ed. 1147, 11 out. 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/nasce-a-cidade-do-futuro/>. Acesso em: 11 jun. 2024.

PENELUC, Magno da Conceição; MORADILLO, Edilson Fortuna de. Princípios orientadores para a sistematização dos conteúdos nucleares da educação ambiental crítica escolar com base na pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR** On-line, Campinas, SP, v. 23, p. 1-27, 2023. DOI: 10.20396/rho. v23i00.8665011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8665011>. Acesso em: 15 abril 2024.

PORTAL G1. **Motorista morre após ser arrastada por enxurrada em Barra Bonita**. 06.12.2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2020/12/06/motociclista-morre-apos-ser-arrastada-por-enxurrada-em-barra-bonita.ghtml>. Acesso em 10/064/2024.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação Ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Brasiliense, 2009.

SAVIANI, Dermeval. Vicissitudes e Perspectivas do Direito à Educação no Brasil: abordagem histórica e situação atual. **Educ. Soc. Campinas**, v. 34, n. 124, p. 743-760, jul-set. 2013.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica:** Primeiras aproximações. 12ª edição – Campinas, São Paulo. Editora Autores Associados, 2021.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 44ª edição – Campinas, São Paulo. Editora Autores Associados, 2021

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SENNETT, Richard. **Construir e habitar**: ética para uma cidade aberta. 1. ed. Rio de Janeiro: Record, 2018.

STANGHERLIN, Matheus; MAGNONI JUNIOR, Lourenço. A Educação Ambiental e Seu Papel na Compreensão do Espaço Geográfico Para a Redução do Risco de Desastres. In: **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed. - São Paulo: CPS, 2020. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020.pdf>. Acesso em 10 maio 2024.

STANGHERLIN, Matheus; FERRARESI, Camilo Stangherlim. Direito à Cidade e desastres naturais: o ODS 11 como possibilidade de (re)organização urbana no cenário das pequenas cidades (resilientes). **Revista JurisFIB**. ISSN 2236-4498. Volume XII, Ano XII. Dezembro 2021. Bauru – SP. Disponível em: <https://revistas.fibbauru.br/jurisfib/article/view/516>. Acesso: 15/06/2024.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Desastres naturais: por que ocorrem? In: **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, p. 13 a 23, 2009.

O CENSO RURAL PAULISTA E AS PRINCIPAIS OCUPAÇÕES AGRÍCOLAS DE SÃO PAULO AO LONGO DE 20 ANOS

THE RURAL CENSUS OF SÃO PAULO/BRAZIL AND THE MAIN AGRICULTURAL OCCUPATIONS OVER 20 YEARS

EL CENSO RURAL DE SÃO PAULO/BRASIL Y LAS PRINCIPALES OCUPACIONES AGRÍCOLAS EN 20 AÑOS

LE RECENSEMENT RURAL DE SÃO PAULO/BRÉSIL ET LES PRINCIPALES PROFESSIONS AGRICOLES SUR 20 ANS

Antoniane Arantes de Oliveira Roque[1]
Antonio Lopes Júnior[2]

1 Engenheiro Agrícola, Especialista em Educação do Campo, Mestre em Água e Solos e Doutor em Ambiente e Sociedade. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Parte da tese do primeiro autor. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3005-251X. E-mail: antoniane.roque@sp.gov.br.
2 Engenheiro Agrônomo, Licenciado em Matemática, Especialista em Georreferenciamento e em Gestão dos Agronegócios, Mestre em Gestão dos Recursos Agroambientais. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3787-0428. E-mail: antonio.lopes@sp.gov.br.

O Estado de São Paulo apresenta uma economia bastante diversificada, possuindo o maior Produto Interno Bruto (PIB) dentre os estados brasileiros, com 32% de participação. O setor agropecuário possui expressivo peso neste montante, sendo a renda gerada pelo setor, correspondente em média a 15% da atividade agropecuária nacional, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) – (ano de 2024).

Haja vista a importância deste Estado no cenário nacional, bem como a relação sempre positiva que o setor agropecuário confere à balança comercial paulista, o presente capítulo busca aliar a análise da ocupação territorial pelas explorações agropecuárias, com o perfil socioeconômico dos envolvidos neste segmento da economia, visando trazer elementos de análise para entendimento de seu atual estágio, bem como indicações de políticas públicas ao setor, e ainda o papel da mesma, frente às atuais projeções de mudanças climáticas globais.

A segurança alimentar, ou seja, as atividades agropecuárias, estão proeminentemente na lista de atividades humanas e serviços ecossistêmicos sob ameaça de interferência antropogênica perigosa no clima da Terra (Alcamo *et al.*, 2003), e é pontuada por Savary *et al.* (2017), como potencialmente afetada pelas mudanças climáticas, em todos os seus aspectos, como, por exemplo, capacidade do agricultor em produzir alimento, disponibilidade de armazenamento e sistema de distribuição, acesso físico e econômico ao alimento, estabilidade de fornecimento e de preços e qualidade nutricional.

Bettiol *et al.* (2017) afirmam que os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola e pecuária deverão ser intensificados com o tempo, necessitando assim de ações de mitigação e adaptação a serem tomadas o quanto antes. Entretanto afirmam ainda que, para adoção destas medidas, é necessária a geração de conhecimento sobre os possíveis impactos na produção agrícola, e, em particular, na ocorrência de problemas fitossanitários.

O Brasil foca sua atuação nesta temática, tendo como referência a política nacional de mudanças climáticas, instituída pela Lei Federal n°12.187/09, que institucionalizou metas de mitigação e o entendimento entre desenvolvimento econômico e proteção do clima. Ressalta-se ainda o reconhecimento de medidas de adaptação às mudanças climáticas e a elaboração de planos setoriais integrados, inclusive dentro da agropecuária (Brasil, 2012).

Oliveira e Alves (2011) destacam uma iniciativa do governo paulista criada em 1995, chamado PROCLIMA (Programa Estadual de Mudanças Climáticas) e coordenado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com enfoque na disseminação de informações e na capacitação de agentes para boas práticas de redução e prevenção de emissões de gases de efeito estufa.

O Estado de São Paulo, no ano de 2016, lança seu plano estadual de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Plano ABC-SP, 2016), sendo então a primeira unidade da federação, a lançar uma política pública alinhada à política nacional de mudanças climáticas, visando a produção sustentável em suas linhas de financiamento, fomento e atuação junto ao setor agropecuário.

Mudanças climáticas globais são consequência e influência junto ao setor agropecuário, especificamente quanto ao rural produtivo paulista, merecendo especial atenção quanto a políticas setoriais e avaliações quanto ao uso e ocupação do solo no meio rural.

O recenseamento do rural produtivo paulista

Censo é o conjunto de dados estatísticos que informa diferentes características dos envolvidos em uma determinada categoria ou atividade que se quer diagnosticar, podendo ser os habitantes de uma cidade, um estado ou uma nação. A palavra tem origem no latim *census* que significa estimativa ou conjunto de dados estatísticos de uma população. A definição dos recenseamentos agrícolas surge do Congresso Internacional de Estatística, realizado na Bélgica em 1853, no qual se definiu que estes teriam como objetivo indicar os fatos de cuja apreciação decorre o conhecimento completo das condições, dos processos e do resultado da estatística agrícola de cada país em determinada época (IBGE, 2007).

Essa prática remonta à antiguidade, com registros de censos na China, Egito e entre os povos romanos e gregos. Inicialmente, os censos serviam principalmente para fins militares e fiscais, permitindo aos governantes mobilizar exércitos e arrecadar impostos. Com o passar do tempo, a abrangência das informações coletadas aumentou, abrangendo aspectos como idade, sexo, ocupação e riqueza.

A Bíblia, por exemplo, narra o censo ordenado por César Augusto, que motivou a viagem de José e Maria a Belém. Na Idade Média, a Europa também vivenciou diversos censos, como o "*Domesday Book*" na Inglaterra, que forneceu um retrato detalhado do país após a Conquista Normanda.

Nas Américas, os Incas já utilizavam um sistema de cordas com nós, os quipus, para registrar dados da população. Essa prática demonstra a importância que as informações censitárias tinham para a organização das sociedades, mesmo antes da chegada dos europeus.

No Estado de São Paulo, com a organização do serviço agronômico estadual em 1899, através da criação da Secretaria da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, iniciou-se também a publicação da revista intitulada Boletim da Agricultura, contendo, entre outros assuntos, dados estatísticos e informações de utilidade ao setor rural. Logo nos primeiros números apareciam informações sobre a safra 1900-1901 de café, obtidas junto às Comissões Municipais de Agricultura, além de dados meteorológicos, números de exportação e de preços correntes (Pino *et al.*, 1997).

Após a realização do primeiro censo paulista no ano agrícola 1905/1906, foi realizado um novo recenseamento agrícola e zootécnico no ano agrícola 1928/29 levantando-se 163.765 propriedades rurais, ocupando a área total de 7.391.368,49 ha, posteriormente em 1930/31; 204.195 propriedades rurais, ocupando 8.002.448,74 ha, e em 1931/32, 233.772 propriedades rurais, ocupando 12.555.822,73 ha.

Os recenseamentos agrícolas pela pasta da agricultura cessaram na metade da década de 30, em grande parte devido a diminuição drástica da participação da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio (SAIC) no orçamento do Estado, e conforme aponta Pino (1999), pelo período de turbulência na história, tais como quebra da bolsa de Nova Iorque em 1929, período ditatorial da Era Vargas (1930-1945), revolução constitucionalista de 1932 e a aproximação da Segunda Grande Guerra.

O recenseamento do rural produtivo é então retomado à partir de 1995, conforme aponta Pino (2000), ocorrendo após experiência bem sucedida de recenseamento na então Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Araçatuba, impulsionando a edição da Resolução SAA-15, de 25-4-95, a qual criou um Grupo de Trabalho para organizar e coordenar a execução de um novo recenseamento, resultando no Projeto LUPA (Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo).

Projeto LUPA é, portanto, um censo agropecuário realizado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), no Estado de São Paulo. Todo o trabalho de campo foi realizado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), através das Casas de Agricultura, existentes na grande maioria dos 645 municípios paulistas, enquanto o controle de qualidade dos dados e a análise estatística estiveram a cargo do IEA (Instituto de Economia Agrícola), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), em conjunto com o Grupo LUPA, responsável pela coordenação do recenseamento. A primeira edição do projeto ocorreu em 1995/1996 (Pino *et al.*, 1997) e a segunda, em 2007/2008 (Torres *et al.*, 2009).

O objetivo geral do projeto LUPA é coletar, organizar, analisar, atualizar e manter disponíveis a todos os interessados, seguindo as normas vigentes, no menor intervalo de tempo possível, dados gerais e específicos sobre a agropecuária do Estado de São Paulo, de forma dinâmica, sistematizada, regionalizada e organizada de maneira facilmente recuperável.

As explorações agropecuárias com finalidade econômica são o objetivo do recenseamento, independentes do local onde ocorram, mesmo aquelas que se encontrem no perímetro urbano dos municípios, desta forma, retratando-se apenas o rural produtivo do Estado.

Atualmente em sua terceira edição, coordenado pelo grupo de trabalho instituído através da Resolução SAA-48 de 29/07/16, implica na adoção de critérios para a distribuição do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) entre os municípios, assim como no desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao planejamento, ao financiamento e ao seguro da produção agropecuária.

Materiais e Métodos

Base de dados

A base de informações das análises aqui realizadas é o Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) nos anos agrícolas de 1995/1996, 2007/2008

e 2017/2018 (esse último correspondendo aos dados não depurados), realizados pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) por meio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e do Instituto de Economia Agrícola (IEA) (São Paulo, 2008). A unidade básica de análise é a Unidade de Produção Agropecuária (UPA).

Dentre os objetivos específicos do LUPA destacam-se que o mesmo é base para planejamento macroeconômico e orientação microeconômica do trabalho da SAA e de suas unidades e atende a Lei estadual n° 8.510, de 29-12-1993, obtendo os dados sobre área cultivada em São Paulo. Essa Lei introduziu a área cultivada como um dos critérios no cálculo de índice de participação percentual dos municípios do Estado de São Paulo no Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS).

O questionário do LUPA pode ser classificado como entrevista estruturada, servindo de base a diferentes níveis de pesquisa, sejam elas descritivas, explicativas ou prognósticas. A divulgação dos dados obedece a regras definidas pela SAA, observando-se o sigilo das informações individuais, apresentando resultados agregados por município e Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR), sendo este último uma delimitação de gerenciamento regional das atividades da CATI.

O período de referência do levantamento refere-se sempre ao ano agrícola, o que explica a existência de parte de dois anos civis na caracterização de cada censo, sendo as informações nele contidas relativas ao recenseamento de agosto do primeiro ano a julho do último (exemplo LUPA 95/96, ou seja, de agosto de 1995 a julho de 1996). O ano agrícola mostra mais claramente a situação do segmento rural e permite uma melhor avaliação econômica e financeira com escopo voltado às tomadas de decisões a este setor.

A unidade de levantamento do recenseamento é a Unidade de Produção Agropecuária (UPA), tendo sido preenchido um questionário para cada uma delas, visando-se o levantamento de todo o conjunto destas. A definição de UPA é dada por: 1) conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencente ao(s) mesmo(s) proprietário(s); 2) localizadas inteiramente dentro de um mesmo município, inclusive dentro do perímetro urbano; 3) com área total igual ou superior a 0,1ha (porém, quando da existência de UPAs com áreas menores, a mesma é levantada, atribuindo-se a esta a unidade mínima de área do levantamento); 4) não destinada exclusivamente para lazer. No caso de existência de explorações apenas para consumo próprio, levantou-se somente as UPAs que ocupam área igual ou superior a 0,1 ha.

É importante destacar a precaução na realização de comparativos entre diferentes bases de dados que porventura outros autores venham a realizar. Deve-se atentar à unidade de levantamento de cada uma destas listagens de dados, pois propriedade rural baseada na escritura em cartório, produtor rural (ou pessoa que explora a propriedade), estabelecimento agropecuário (base do IBGE) e imóvel rural (base do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - Incra) são todas diferentes entre si e, portanto, necessitando de atenção na comparação dos dados numéricos.

Pino (2009) destaca que não faz sentido comparar o número de UPAs com o número de estabelecimentos rurais, a unidade de levantamento utilizada pelo IBGE, porque se tratam de conceitos diferentes. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (2000), o próprio IBGE reconhece que a mudança do período de referência para o ano agrícola em seus recenseamentos (antes de 1995 era o ano civil), fez com que os resultados do Censo de 1995-1996 não sejam comparáveis aos dos censos agropecuários anteriores. Por isso, este autor destaca a importância do LUPA, que mantém a unidade amostral e o período de análise para o Estado de São Paulo.

O recenseamento se baseia na resposta que o recenseado provê ao entrevistador, o que, no meio rural, pode caracterizar uma total inconformidade com a realidade por diferentes fatores: não conhecimento por parte do produtor quanto às unidades exigidas no questionário, desconfiança na informação de dados totais de sua produção e medo de possíveis retaliações por parte do Estado, quando de assuntos ligados a questões ambientais e monetárias.

Neste ponto salienta-se que os entrevistadores do projeto LUPA, são agentes de extensão rural, ligados diretamente ao produtor e à vida da comunidade de cada município, favorecendo assim a obtenção de dados fidedignos com a realidade do campo, e sendo ainda favorecidos pelo seu conhecimento técnico das explorações agropecuárias envolvidas no recenseamento. O produtor rural (entrevistado) possui confiança, ou pelo menos conhece a pessoa que o está entrevistando, acreditando assim no seu direito de sigilo estatístico dos dados, e nos possíveis retornos positivos que a coleta de dados poderá trazer à sua região.

Em princípio, uma UPA significa exatamente o mesmo que um imóvel rural. Ela se afasta desse conceito somente nas seguintes situações: 1) quando o imóvel rural se estende por mais de um município, considerando-se assim cada uma das partes em município diferente como uma UPA; 2) se o imóvel rural corresponder a um assentamento, cada lote é considerado como uma UPA; 3) nos casos em que haja área comum em nome de Associações, como exemplo o Banco da Terra, considera-se a área comum como uma UPA.

Todas as unidades de produção agropecuária (UPAs) dos 645 municípios do Estado de São Paulo foram o foco do LUPA, abrangendo as explorações vegetais e animais, mas não as atividades de extrativismo.

Os dados levantados no LUPA referem-se tanto ao proprietário (ou arrendatário, referindo-se ao proprietário) quanto a propriedade. Serão descritos apenas os dados alvos das análises no presente estudo.

Panorama do rural produtivo paulista

Inicialmente é importante destacar o que Farinaci e Batistella (2012) apontam quanto aos dados do LUPA, indicando que pelo fato dos entrevistadores do LUPA serem assistentes agropecuários (corpo técnico com formação de nível superior) e auxiliares técnicos da CATI, com experiência e proximidade para com os produtores rurais, levam a uma facilitação quanto a condução das entrevistas e uma possibilidade de maior número de

visitas a propriedades, quando comparado ao censo agrícola do IBGE. Ressalta-se também que a simples condução de um questionário junto a comunidade rural, sem a experiência no assunto por parte de quem conduz a entrevista, pode resultar em respostas incorretas por parte do entrevistado, devido a diferenças de unidades envolvidas (ha, alqueires, caixas, metro cúbico, e outras) e ainda o fato do recorte temporal ser referente ao ano agrícola, o que reafirma a escolha, pela adoção no presente estudo, para com os dados do LUPA.

Landau *et al.* (2012) afirmam que com a revisão do Código Florestal brasileiro (Lei Federal n°12.651/2012), o tamanho dos módulos fiscais passou a ter importância como parâmetro legal para indicação da largura obrigatória para recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP) situadas na margem de cursos e corpos d'água naturais, bem como para isentar propriedades rurais da responsabilidade de ter que recuperar ou recompor áreas de Reserva Legal (RL). O MF serve ainda de referência para a concessão de crédito rural subsidiado, delimita o público das políticas oficiais de extensão rural, é parâmetro para a execução da Reforma Agrária e promoção da Política Agrícola, é utilizado na aplicação da alíquota no cálculo do ITR e é um dos parâmetros para definição de agricultura familiar. Lopes e Rocha (2005) afirmam também que é um conceito que tenta homogeneizar o potencial de geração de valor da atividade agropecuária entre os municípios, devido à grande diversidade de solos, infraestrutura, explorações, etc.

A distribuição do número de UPAs, de acordo com o estrato de seu MF, e sua evolução nos últimos três censos em estudo é apresentado na Tabela 1, bem como sua variação em porcentagem de um censo ao outro, e ainda sua variação acumulada.

Tabela 1. Comparativo do número de UPAs, por estrato de tamanho da propriedade, entre os três últimos censos.

Tamanho das UPAs	LUPA 1995/1996	%	LUPA 2007/2008	%	Variação 95/96 a 07/08	LUPA 2017/2018	%	Variação 07/08 a 17/18	Variação 95/96 a 17/18
Minifúndios	128.883	46,5	168.068	51,8	30,4	167.207	53,5	-0,5	29,7
Pequenas propriedades	97.775	35,3	105.133	32,4	7,5	97.904	31,3	-6,9	0,1
Médias propriedades	37.100	13,4	38.091	11,7	2,7	35.159	11,3	-7,7	-5,2
Latifúndios	13.341	4,8	13.307	4,1	-0,3	12.061	3,9	-9,4	-9,6
Total	**277.099**	**100,0**	**324.599**	**100,0**	**17,1**	**312.331**	**100,0**	**-3,8**	**12,7**

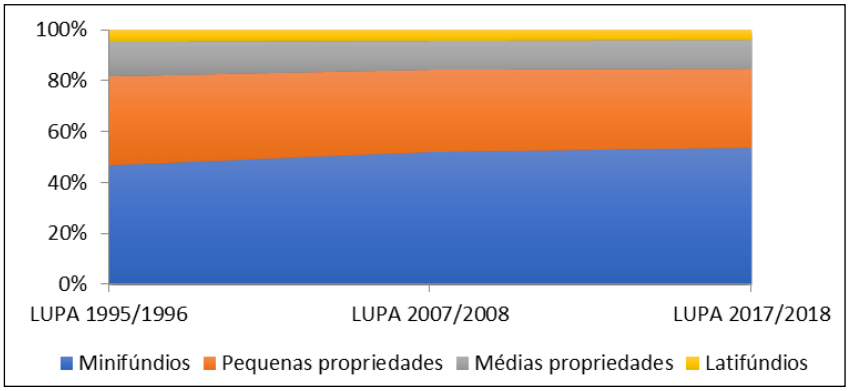
Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante frisar que o censo LUPA 2017/2018, pelo fato de não ter passado por um processo de depuração de seus dados coletados, bem como regiões importantes para a agropecuária paulista como Sorocaba e Itapetininga não terem completado a atualização do levantamento, podem levar a alterações de seus valores quando da publicação oficial, porém os dados em análise no presente estudo foram devidamente verificados com o censo anterior, mantendo-se a consistência dos dados e sua localização espacial.

Nota-se que o número de UPAs em São Paulo, cresceu 12,7% nos últimos 23 anos, que analisado em conjunto com a diminuição de 9,6% no número de latifúndios, e diminuição também de 5,2% nas médias propriedades, com consequente aumento de 29,7% nos minifúndios, vêm a demonstrar uma possível alteração do quadro exposto por Carvalho (2010), de que o tipo da estrutura agrária do Brasil consiste e tem como traço essencial a concentração da propriedade fundiária. O número de fracionamentos de médias propriedades e latifúndios, por processos de partilha no inventário entre herdeiros, aumento do número de regularizações de assentamentos de reforma agrária, e a aquisição cada vez mais frequente de moradores das cidades por sítios e fazendas são algumas das justificativas.

De acordo com a Lei Federal n°12.188/2010, que institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária (PNATER), as pequenas propriedades são o alvo principal dos serviços de extensão rural oficiais. Apesar da variação entre os censos 95/96, 07/08 e 17/18, desta parcela, com aumento de 7,5% entre os primeiros e diminuição de 6,9% entre os dois últimos, o número de UPAs para o período total analisado manteve-se praticamente constante, refletindo possivelmente a conexão com a terra e os modos de vida rural que os pequenos agricultores e os agricultores familiares possuem, típicos deste recorte por tamanho de propriedade, justificado também pelo exposto por Prado Júnior (2000) que destaca que para os trabalhadores rurais não associados a grandes propriedades, a terra e as atividades que nela se exercem, constituem a única fonte de subsistência para eles acessível.

Para melhor visualização destes números, confeccionou-se o gráfico da Figura 1, permitindo-se assim favorecer o entendimento desta divisão por tamanho das propriedades. Percebe-se o desafio colocado aos gestores públicos das políticas de assistência técnica e extensão rural, pois mais de 80% das UPAs em São Paulo são potenciais beneficiárias destes serviços. Ressalta-se ainda o comportamento linear dos diferentes estratos, indicando a pouca variação da concentração fundiária no Estado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Evolução temporal do número de UPAs por tamanho das propriedades em São Paulo.

Na Tabela 2 é apresentada a mesma análise da Tabela 1 relativa a separação das UPAs por sua classificação por tamanho, porém levando-se em consideração a área total destas UPAs. A afirmação de Nakatani *et al.* (2012), de que o Brasil talvez seja o único "grande" país que vivenciou um profundo e complexo processo de crescimento e desenvolvimento econômico sem promover substanciais mudanças na questão da propriedade fundiária, pode ser percebido pela concentração de 45,2% da área agrícola em latifúndios.

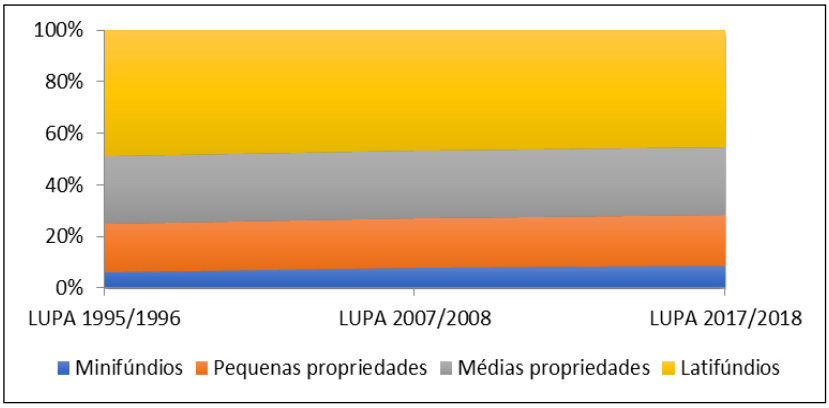
A diminuição do número de UPAs latifundiárias anteriormente apontada, é reafirmada na análise da área envolvida, verificando-se uma diminuição de 13,9% da área destas UPAs. Aliado ao anteriormente exposto como justificativa, soma-se as ações da Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo (Itesp), que por meio da Lei Estadual nº 4.957/85, atualizada pela Lei Estadual n° 16.115/2016, que dispõe sobre os Planos Públicos de Aproveitamento e Valorização dos Recursos Fundiários do Estado, realiza a política de Assentamento e Reforma Agrária em São Paulo. Desde o primeiro assentamento com início em fevereiro de 1984, um total de 140 assentamentos foram instituídos em São Paulo, respondendo por 153.584,3 ha de terras assentadas, sendo 75,7% destas (116.239,8 ha), assentadas entre dezembro de 1995 e outubro de 2017 (Itesp, 2018), compreendendo ao período em análise neste estudo.

Tabela 2. Comparativo da área das UPAs (em ha), por estrato de tamanho da propriedade, entre os três últimos censos.

Tamanho das UPAs	LUPA 1995/1996	%	LUPA 2007/2008	%	Variação 95/96 a 07/08	LUPA 2017/2018	%	Variação 07/08 a 17/18	Variação 95/96 a 17/18
Minifúndios	1.254.706	6,3	1.620.564	7,9	29,2	1.596.888	8,6	-1,5	27,3
Pequenas propriedades	3.702.832	18,5	3.955.695	19,3	6,8	3.691.546	19,8	-6,7	-0,3
Médias propriedades	5.218.802	26,1	5.354.755	26,1	2,6	4.936.446	26,4	-7,8	-5,4
Latifúndios	9.813.228	49,1	9.573.106	46,7	-2,4	8.446.506	45,2	-11,8	-13,9
Total	**19.989.567**	**100,0**	**20.504.120**	**100,0**	**2,6**	**18.671.385**	**100,0**	**-8,9**	**-6,6**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constata-se ainda, com base na Figura 2, uma baixa alteração do cenário geral da área das UPAs, que pode sinalizar uma das justificativas ao apontado por Schlesener e Fernandes (2017) que afirmam que, enquanto a maioria dos países capitalistas realizaram reformas agrárias nos séculos XIX e XX, no Brasil esta reforma ainda não aconteceu. Ao mesmo tempo, os mercados agrícolas passaram por várias mudanças desde então, trazendo novos desafios ao entendimento de reforma agrária, num contexto de tipo de exploração e escala de produção.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. Evolução temporal da área das UPAs por tamanho das propriedades em São Paulo.

A diminuição de 6,6% da área agropecuária para o período em análise reflete o início da discussão sobre as influências ambientais na agropecuária de São Paulo, pois o período em estudo compreendeu a diferentes fatores negativos influenciando o rural, tais como: a crise hídrica[3] apresentada por Marengo *et al.* (2015), as esporádicas quebras de safra divulgadas na mídia pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), pelo IBGE, pela União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), pelo IEA, pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e por diferentes empresas agrícolas e empresas de consultoria; pelo efeito do cancro cítrico[4] (Massari e Belasque Júnior, 2006) e do greening[5] (Teixeira *et al.*, 2005) nas regiões citrícolas do Estado; e entrada de produtos agropecuários com preços mais competitivos provenientes das novas frentes de expansão agrícola brasileiras, como centro-oeste e região norte/nordeste. Tais efeitos levaram várias UPAs a suspenderem momentaneamente sua produção agropecuária, deixando então de serem alvo do recenseamento em análise.

Tal efeito, porém, não se refletiu em diminuição de produção, pois conforme concluíram Souza e Lima (2003) a modernização agrícola em São Paulo foi intensa neste período e foi acompanhada por um aumento significativo da produtividade das culturas (Vicente; Martins, 2004; Perobelli *et al.*, 2007).

A concentração fundiária apresentada por Baracho e Muniz (2015) é constatada também em São Paulo, tendo 3,9% das UPAs respondendo por 45,2% da área agrícola, enquanto a maior parcela do setor agrário 84,8% (minifúndios e pequenas propriedades), ocupam apenas 28,4% das áreas agrícolas. Tal condição em São Paulo corrobora com a apontada pelo INCRA (2000) para a realidade nacional, que salienta que os agricultores familiares (até 4 MFs, ou pequena propriedade) representam, 85,2% do total de estabelecimentos, ocupam 30,5% da área total e são responsáveis por 37,9% do Valor Bruto da Produção Agropecuária Nacional, recebendo apenas 25,3% do financiamento destinado a agricultura.

No período de tempo analisado houve um aumento significativo (29,7%) do número de UPAs no estrato de minifúndios, com aumento de 27,3% da área ocupada, possivelmente

favorecido pelo fracionamentos de área no Estado, devido a desmembramentos por herança e venda de parte das propriedades.

O público das políticas públicas dos órgãos ligados a PNATER são as propriedades de até quatro MFs, ou seja, 265.111 UPAs, que juntas correspondem a 5.288.434 ha, porém tal análise deve ser acompanhada do perfil socioeconômico do proprietário, para seu enquadramento como agricultor familiar.

Ramos (2001) aponta que a atenção que vem sendo dada à exploração não predatória dos recursos naturais por parte de pequenos e médios produtores rurais, algo hoje presente também nos países desenvolvidos, juntou-se às especificidades da produção agropecuária que, nem sempre de maneira explicitada, estão associadas à origem e à sustentação de políticas agrícolas em tais países, fato este também existente em São Paulo, com o crescimento dos produtos chamados orgânicos, agroecológicos e ligados a sustentabilidade rural, o que demanda por parte do setor uma nova forma de enxergar esse estrato do setor.

Outra possibilidade de análise geral se dá na avaliação do tipo de ocupação do solo, a qual pode ser realizada utilizando-se a Tabela 3, na qual o tipo de ocupação por número de UPAs pode ser verificada, bem como sua variação relativa ao período em estudo.

Tabela 3. Comparativo entre os três últimos censos por tipo de ocupação e número de UPAs.

Tipo de ocupação	Número de UPAs								
	LUPA 1995/1996	%	LUPA 2007/2008	%	Variação 95/96 a 07/08	LUPA 2017/2018	%	Variação 07/08 a 17/18	Variação 95/96 a 17/18
Cultura perene	84.382	30,5	83.971	25,9	-0,5	57.123	16,5	-32,0	-32,3
Cultura temporária*	188.031	67,9	168.104	51,8	-10,6	163.131	47,2	-3,0	-13,2
Pastagem	217.791	78,6	234.148	72,1	7,5	228.045	66,0	-2,6	4,7
Reflorestamento	39.404	14,2	43.906	13,5	11,4	36.255	10,5	-17,4	-8,0
Vegetação natural total°	154.842	55,9	219.453	67,6	41,7	216.076	62,6	-1,5	39,5
*Obs1: Cultura temporária, no LUPA 95/96 é a soma de semi-perenes e anuais.									
°Obs2: Vegetação natural total, no LUPA 95/96 é a soma de vegetação natural com áreas inaproveitáveis, e no LUPA 07/08 e LUPA 17/18 é a soma de vegetação natural com vegetação de brejo e várzea.									
Vegetação natural	108.881	39,3	155.211	47,8	42,6	155.061	44,9	-0,1	42,4
Vegetação de brejo e várzea*	45.961	16,6	64.242	19,8	39,8	61.015	17,7	-5,0	32,8
Descanso*	52.617	19,0	25.806	8,0	-51,0	22.418	6,5	-13,1	-57,4
Complementar	233.101	84,1	268.485	82,7	15,2	119.223	34,5	-55,6	-48,9
*Obs: No LUPA 95/96 área em descanso é chamada de área inaproveitada e vegetação de brejo e várzea pode ser correlacionada com áreas inaproveitáveis.									

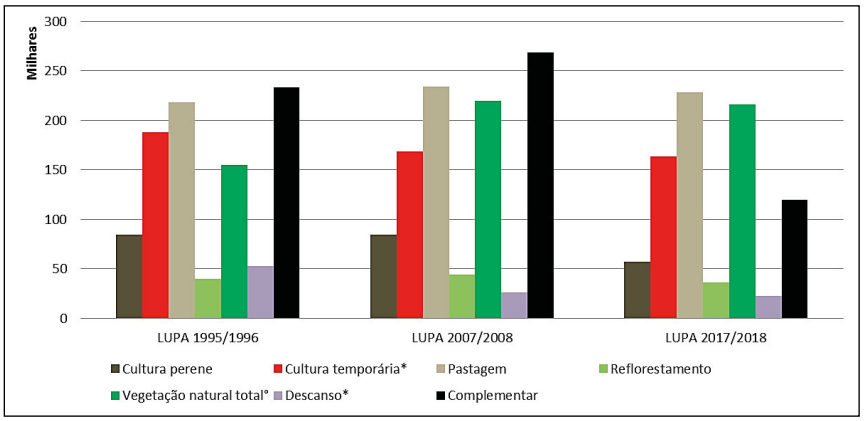
Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de UPAs com exploração de culturas perenes sofreu uma redução de 32,3% em relação ao início do recorte temporal em estudo, passando de 84.382 UPAs no primeiro recorte, para 57.123 UPAs, representando menos de 17% do total de UPAs atual. A redução se deu em maior intensidade nos últimos 10 anos, período em que se pesem as mudanças climáticas sendo sentidas diretamente pela população (aumento de temperatura média anual, veranicos[6] mais intensos e crise hídrica). Gondim *et al.* (2008) chegaram a conclusão de que as mudanças climáticas, conforme o modelo e cenários utilizados,

impactam diretamente na demanda de água para irrigação das culturas perenes, ou seja, impactam a produtividade caso esta maior demanda não seja suprida.

Bueno et al. (2014) afirmam que desde o final do ano de 2013 até início de 2014, o clima no Centro-Sul do Brasil tem se caracterizado pela escassez de precipitações, baixa umidade relativa do ar e alta incidência de luminosidade, que combinados, provocaram diversos efeitos sobre a agropecuária conduzida em território paulista. Vegro e*t al.* (2014) apontaram que esses fatores climáticos trouxeram importantes perdas econômicas para os cultivos em plena fase de desenvolvimento e frutificação, principalmente às culturas temporárias.

A evolução do número de UPAs por tipo de exploração é facilitada com a análise do gráfico constante na Figura 3.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Evolução da ocupação do solo em São Paulo (UPAs).

Importante notar que as ocupações em descanso e complementar tiveram uma redução significativa de 57,4% e 48,9% respectivamente no número de UPAs o que se atribui a utilização mais frequente das rotações de culturas, e da classificação de áreas anteriormente como complementares para pastagens, o que refletiu no aumento de 4,7% no número de UPAs de pastagens. Dias-Filho (2014) esclarece que as áreas com baixo potencial produtivo são historicamente destinadas a formação de pastagens, ressaltando que tais áreas não são efetivamente pastagens produtivas, sendo assim utilizadas como um critério de posse da terra. Essa peculiaridade contribui para se criar uma tradição de baixo investimento no uso de tecnologia e de insumos na formação e no manejo de grande parte das pastagens brasileiras. Portanto, o mesmo autor em Dias-Filho (2013) conclui que por ser a forma menos onerosa e mais eficiente para ocupar e assegurar a posse de grandes extensões de terra, a pecuária, em particular a criação de bovinos de corte a pasto, tem sido a atividade historicamente empregada na ocupação de áreas de fronteira agrícola.

O reflorestamento no LUPA é entendido como o plantio de espécies florestais (nativas ou exóticas) e muitas vezes é confundido pela população urbana como área de vegetação nativa. Configura-se como exploração agrícola de monocultura extensiva, com

expressiva importância econômica para o Estado, e de acordo com Schmidt (2017) São Paulo junto com os Estados de Santa Catarina e Paraná figura como os únicos com um mercado consolidado de comercialização de madeira. Grandes empresas do setor estão presentes tais como Celulose Irani, Klabin, e Suzano Papel e Celulose. A redução de 8,0% no número de UPAs deve ser analisada em conjunto com a área cultivada.

Número importante em se destacar reside no aumento do número de UPAs com vegetação nativa, crescente em 39,5% no período em análise. A evolução da ocupação do solo em São Paulo, com a supressão intensiva das vegetações nativas, já expostas no presente estudo, trouxeram e trazem influências ambientais, principalmente quando analisados os microclimas locais. Tal constatação, associadas às atuais pressões da sociedade por ambientes que levem em consideração a preservação ambiental, impulsionados pela estrutura do movimento ambiental brasileiro, que de acordo com Jacobi (1999) assumem uma configuração multissetorial e mais complexa no final da década de 80, demandando atores com práticas centradas na busca de uma alternativa viável de conservação e/ou restauração do meio ambiente degradado. Aliam-se as políticas de incentivo à restauração florestal, como as linhas de financiamento do Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista[7] (FEAP), programas da SAA tais como o Integra-SP, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (Microbacias I), o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável - Acesso ao Mercado (Microbacias II), ações da SMA como o Projeto Recuperação de Matas Ciliares, a publicação da Resolução SMA nº 32 de 03/04/2014, que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica em São Paulo, e ainda seu Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de São Paulo (SICAR-SP).

As análises de variação no número de UPAs ganham maior expressão quando associadas a área explorada por cada tipo de ocupação, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Comparativo entre os três últimos censos por tipo de ocupação e número de UPAs.

Tipo de ocupação	Área das UPAs (ha)								
	LUPA 1995/1996	%	LUPA 2007/2008	%	Variação 95/96 a 07/08	LUPA 2017/2018	%	Variação 07/08 a 17/18	Variação 95/96 a 17/18
Cultura perene	1.332.694,1	6,7	1.225.035,0	6,0	-8,1	1.029.810,0	5,0	-15,9	-22,7
Cultura temporária*	4.619.154,7	23,1	6.737.699,0	32,9	45,9	7.980.113,0	38,4	18,4	72,8
Pastagem	10.274.801,2	51,4	8.072.849,0	39,4	-21,4	6.575.196,0	31,7	-18,6	-36,0
Reflorestamento	812.182,8	4,1	1.023.158,0	5,0	26,0	1.201.935,0	5,8	17,5	48,0
Vegetação natural total°	2.254.947,9	11,3	2.727.666,0	13,3	21,0	3.263.030,0	15,7	19,6	44,7
*Obs1: Cultura temporária, no LUPA 95/96 é a soma de semi-perenes e anuais.									
°Obs2: Vegetação natural total, no LUPA 95/96 é a soma de vegetação natural com áreas inaproveitáveis, e no LUPA 07/08 e LUPA 17/18 é a soma de vegetação natural com vegetação de brejo e várzea.									
Vegetação natural	1.954.150,5	9,8	2.432.912,0	11,9	24,5	2.833.693,0	13,6	16,5	45,0
Vegetação de brejo e várzea*	300.797,4	1,5	294.754,0	1,4	-2,0	429.337,0	2,1	45,7	42,7
Descanso*	324.132,2	1,6	222.419,0	1,1	-31,4	221.499,0	1,1	-0,4	-31,7
Complementar	381.571,6	1,9	495.280,0	2,4	29,8	447.648,0	2,2	-9,6	17,3
*Obs: No LUPA 95/96 área em descanso é chamada de área inaproveitada e vegetação de brejo e várzea pode ser correlacionada com áreas inaproveitáveis.									

Fonte: Elaborado pelos autores.

As áreas com culturas perenes, acompanhando a diminuição no número de UPAs, teve uma expressiva diminuição na área cultivada, com 22,7% menos área com plantio desta exploração vegetal, diminuição esta acentuada no último período de 10 anos em análise, com redução de 15,9%. Tal fato merece uma análise mais detalhada das duas principais culturas desta categoria, a laranja e o café, pois de acordo com dados de Netto (2016), a produção de laranja para o período correspondente aos dois últimos censos, permaneceu constante, bem como para a cultura do café, conforme CONAB (2015). Moraes (2017) apresenta uma produtividade crescente do café para o período em questão e Erpen (2018) uma produtividade crescente para o mesmo período para a cultura da laranja, que juntos justificam a produção constante com a diminuição de área aqui apresentada.

As áreas com exploração de culturas temporárias tiveram uma diminuição de 13,2% no número de UPAs, porém aumento na área cultivada de 72,8%. Tal efeito pode ser primeiramente explicado pelo aumento expressivo do plantio da monocultura de cana-de-açúcar, geralmente associado a grandes propriedades ocupando extensas áreas do território, o que será visto com maiores detalhes nas análises voltadas à esta cultura. A alteração da dinâmica do uso do solo para este tipo de ocupação se deve por fatores de influências ambientais sob o aspecto econômico no cenário nacional, incentivando por meio de demanda a necessidade de matérias primas de abastecimento à produção de biocombustíveis. Segundo a FAO (2013), o desenvolvimento do biocombustível, que surgiu na interface da agricultura e da energia, tem sido considerado como um dos desenvolvimentos agrícolas mais significativos dos últimos anos.

Segundo Lourenzani e Caldas (2014), o interesse dos países desenvolvidos em soluções mais limpas para o setor de transporte, e o lançamento dos veículos bicombustíveis (flexfuel), no ano de 2003, propiciou a retomada, no país, da importância da produção de etanol, fato este verificado pelo aumento de 45,9% para o período 95/96 a 07/08. Porém esse rápido crescimento não apresentou a mesma taxa de crescimento para o segundo período, correspondendo a 18,4% de aumento de área cultivada, tendo fatores como a queda do preço por tonelada do açúcar internacional, a migração do plantio de grãos para outros estados, a crise econômica global de 2008 e as crises políticas brasileiras, podem ser apontadas como elementos que influenciaram este setor da agropecuária, pelo seu caráter sazonal.

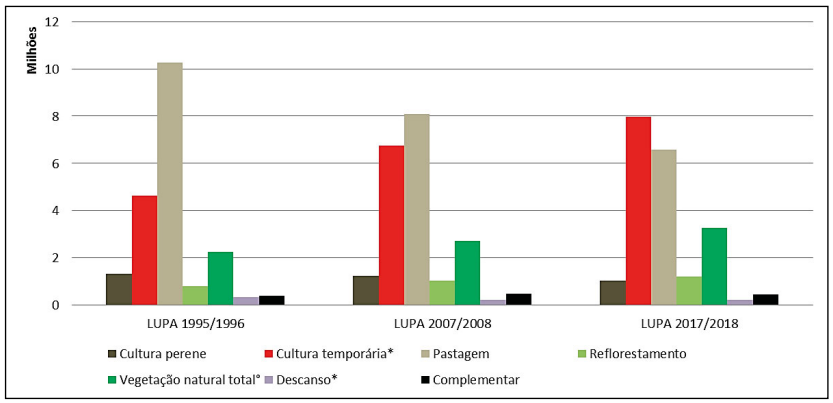
Pastagens são ocupações de longa data no Estado de São Paulo, trazidas pós exploração da cultura do café, pós ciclo do algodão, e como elemento de exploração após derrubada de vegetação nativa, e geralmente associadas a manutenção da propriedade da terra, nem sempre utilizando as técnicas agronômicas e agrícolas necessárias para boas taxas de produtividade. No período inicial de análise verifica-se aumento de 7,5% no número de UPAs e diminuição expressiva na área ocupada de 21,4%, caindo de aproximadamente 10 milhões de ha para cerca de 8 milhões de ha. Tal efeito se alia às constatações anteriormente apontadas sobre culturas temporárias, explicando a diminuição do número de UPAs destas e o aumento da área ocupada, ou seja, as áreas de pastagens foram ocupadas por culturas temporárias e semi-perenes como a cana-de-açúcar, corroborando com os valores apresentados no trabalho de Nassar *et al.* (2008).

No segundo período, houve redução de 2,6% no número de Upas com pastagens, acompanhada de redução de 18,6% na área ocupada, estando atualmente com aproximadamente 6,6 milhões de ha, voltados a produção animal, representando uma perda acumulada de 36% da área ocupada para o período em estudo.

Importante destacar que o LUPA leva em consideração o chamado conceito de glebas homogêneas, conhecido internacionalmente por sistema de cultivo múltiplo (MCI – multiple crop index). O sistema de cultivo múltiplo é indicado por Ofori e Kyei-baffour (2010) como um fator importante no cultivo, sendo um exemplo chave do uso intensivo de terras aráveis. Xie e Liu (2015) destacam que o uso do índice MCI tem aumentado a produtividade e o uso das terras aráveis na China. Zhao *et al.* (2016) explicam que o MCI mede a frequência de plantio da(s) plantação(ões) na mesma terra em um ano, e é um sistema de cultivo eficiente e comumente usado, que alivia a pressão criada pela disponibilidade limitada de recursos agrícolas, aumentando a produção agrícola e a renda agrícola. Ao mesmo tempo, o plantio de várias safras em um mesmo ano pode exaurir o solo se não forem tomadas as devidas providências agronômicas. O MCI vêm sendo utilizado cada vez mais em análises com uso de SIG, apontam Jain *et al.* (2013).

Desta forma, quando da análise de culturas com ciclo de desenvolvimento menor que um ano agrícola, como a maioria das culturas temporárias, pode haver a contabilização de uma mesma área física, mais de uma vez, pelo fato da exploração da área ser de acordo com a rotação de culturas adotada pelo produtor.

Com objetivo de tornar visual a transformação na dinâmica de uso do solo, ocorridas em São Paulo, foi confeccionado o gráfico da Figura 4, apresentando a evolução por tipo de ocupação do solo para os três censos em estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Evolução da ocupação do solo em São Paulo (ha).

Reflorestamento e Vegetação Natural merecem atenção especial, pois representam um incremento de aproximadamente 1,4 milhões de hectares de florestais no Estado. Segundo Melo e Durigan (2006) o estoque possível de biomassa por unidade de área nos plantios em faixas ciliares pode superar o estoque de florestas naturais maduras cobrindo áreas extensas, o que aliado ao ritmo de crescimento e fixação de carbono superior dos

plantios de restauração sendo superior ao das florestas naturais em sucessão secundária, podem trazer impactos benéficos aos padrões microclimáticos em São Paulo, pelo aumento dos fragmentos florestais aqui apontados.

O aumento da área ocupada e do número de UPAs com reflorestamento, no primeiro período em análise, de 26,0% e 11,4% respectivamente, com posterior diminuição de 17,4% do número de UPAs e aumento de 17,5% de área cultivada, no segundo período, pode ser explicado pelo crescimento do setor de celulose no período em análise, iniciando suas parcerias em primeiro momento com pequenos e médios produtores e depois havendo concentração da produção em latifúndios florestais no segundo período (07/08 a 17/18).

A ocupação com vegetação natural total se deve tanto em resposta da pressão da sociedade, quanto pelo cerceamento gerado por leis relativas a conservação de vegetação no interior das propriedades agrícolas, agora acompanhadas com maior rigor pelos gestores e agentes públicos. O incremento de 44,7% na área ocupada com vegetação florestal, trouxe uma ampliação de cerca de 1 milhão de ha, saltando de 2,2 para 3,2 milhões de ha com vegetação nativa em São Paulo, ou seja, 15,7% das terras agrícolas estaduais. Importante destacar que tal número representa a vegetação nativa no interior de UPAs, e portanto deve ser somado a valores de unidades de conservação e parques públicos, bem como vegetação nativa no interior de propriedades que não desenvolvem atividades de produção agropecuárias.

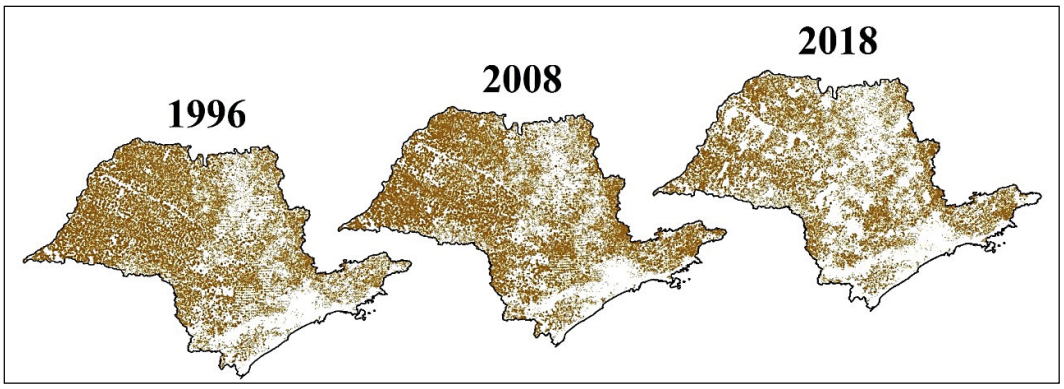
O aumento de vegetação natural é assunto bem discutido por Farinaci (2012), destacando que políticas públicas para acelerar o processo de transição florestal, devem ser voltadas à conservação ambiental. Uma política pública que contribuiu em muito para tal efeito foi o programa estadual de microbacias da CATI, pois como destacam Neto e Clemente (2014), mais de dois milhões e meio de mudas foram plantadas bem como várias ações de conscientização e fomento à conservação ambiental foram realizadas. Destaca-se também que à partir de 2007, com a promulgação da Lei Federal n°11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, o proprietário rural deve declarar áreas com matas nativas para isenção do ITR, desde que faça parte do bioma Mata Atlântica, configurando então como uma medida de diminuição de encargos, para incentivo econômico à restauração.

Buscar-se-á agora a análise das principais culturas agrícolas, explorando a possibilidade de geoespacialização das UPAs, iniciando-se pela que ocupa a maior porção do território, as pastagens, voltadas tanto à exploração de bovinocultura de corte e leite, bem como demais criações animais.

Na análise da Figura 5, verifica-se a ocupação por pastagens, podendo-se perceber a alteração de 10,2 milhões de ha, para quase 8,1 e finalmente 6,6 milhões de ha sob este uso. Possui característica de dispersão por todo o território do Estado, verificando-se para o recorte final uma diminuição expressiva no eixo nordeste-sudoeste do Estado, marcadamente conhecido por representar as áreas mais férteis paulistas, conhecida por cuestas basálticas[8], o que coincidirá com as áreas ocupadas com cana-de-açúcar, eucalipto, milho e soja que serão observadas mais à frente. Destacam-se ainda as regiões vazias a sudeste, ocupadas pela terceira maior ocupação do solo, sendo de vegetação natural na região de Registro, bem

como a região da metrópole de São Paulo. Importante região para a bovinocultura de corte no pontal do Paranapanema (oeste de São Paulo) e para a bovinocultura de leite, no vale do paraíba do sul (região leste do Estado) podem ser visualizadas nesta análise espacial.

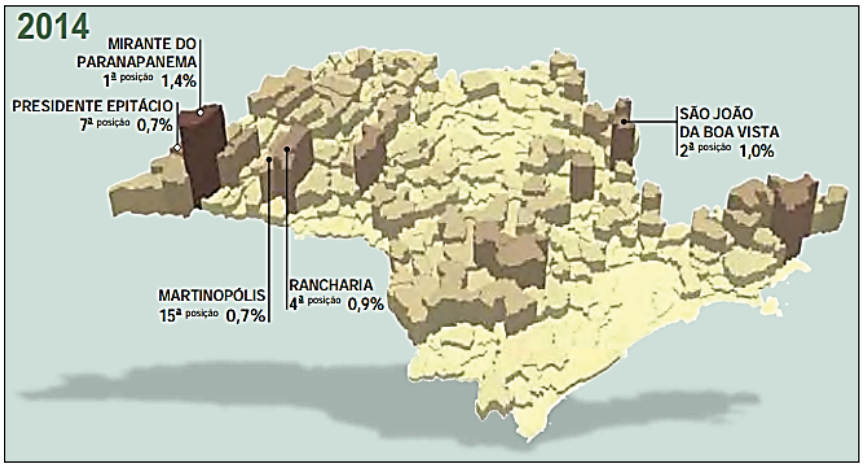
Nesse contexto, Carvalho *et al.* (2009) destacam que o manejo de pastagens passa a fazer face a novos paradigmas impostos esperados pela sociedade, dente os quais destacam-se a construção e a ocupação da paisagem, a preservação de biodiversidade, o suporte a sistemas agrícolas no manejo de efluentes, o papel de vetor de imagens de produtos ecologicamente corretos e de base para sistemas de produção animal mais sustentáveis e independentes, dentre outros.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Distribuição geoespacial de UPAs com pastagens, proporcional a área ocupada.

Para a análise da ocupação por pastagens, apresenta-se o mapa da evolução da participação da bovinocultura de corte no Valor adicionado[9] da agropecuária em São Paulo, Figura 6. Nota-se a similaridade com a distribuição anteriormente apresentada (Figura 5) para o ano de 2018, figurando as regiões do Pontal, Vale do Paraíba e regiões de São João da Boa Vista e Itapetininga.

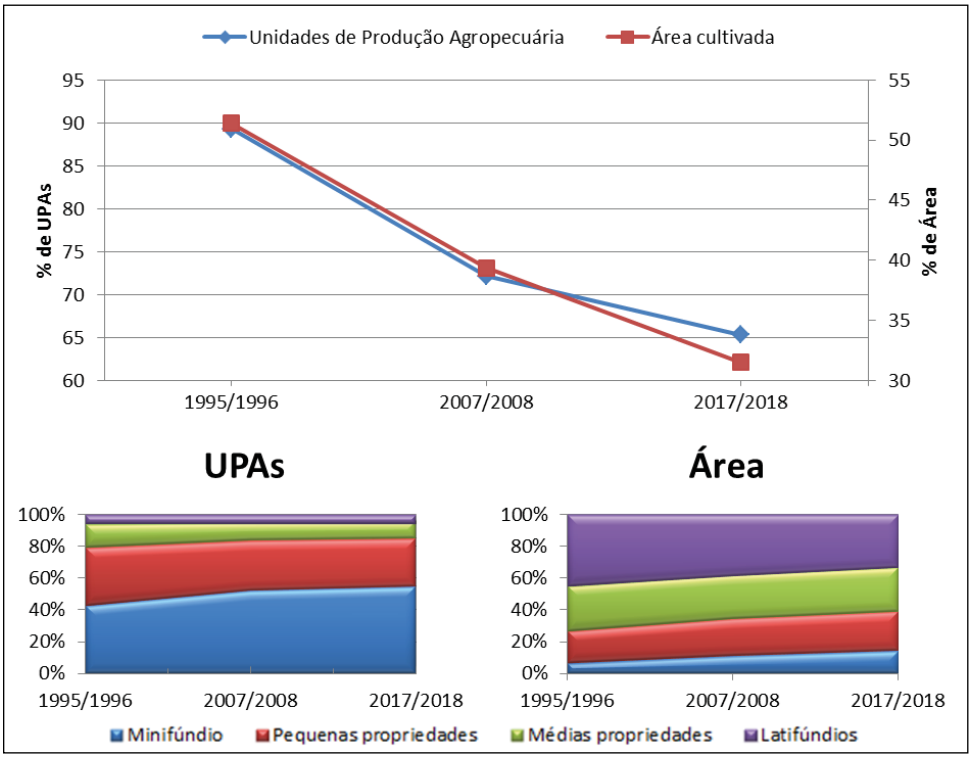


Fonte: Fundação SEADE (2017).

Figura 6. Participação da bovinocultura de corte no Valor adicionado da agropecuária (ano de 2014).

Os gráficos da Figura 7 permitem o diagnóstico da ocupação por pastagens frente ao total de ocupação do solo em São Paulo, bem como o enquadramento do tamanho da propriedade pelos envolvidos em tal exploração.

A redução de 89,3% das UPAs com pastagens para 65,3% se deu com acompanhamento de redução da área ocupada, de 51,4% para 31,5%. As UPAs mais afetadas nesta alteração de dinâmica de uso do solo foram os latifúndios, com redução de 4,6 para 1,9 milhões de ha na área ocupada (44,8% para 33,1%), porém acompanhadas de um aumento de área e de número de UPAs em minifúndios, explicado pelos efeitos de fracionamento de propriedades anteriormente expostos.



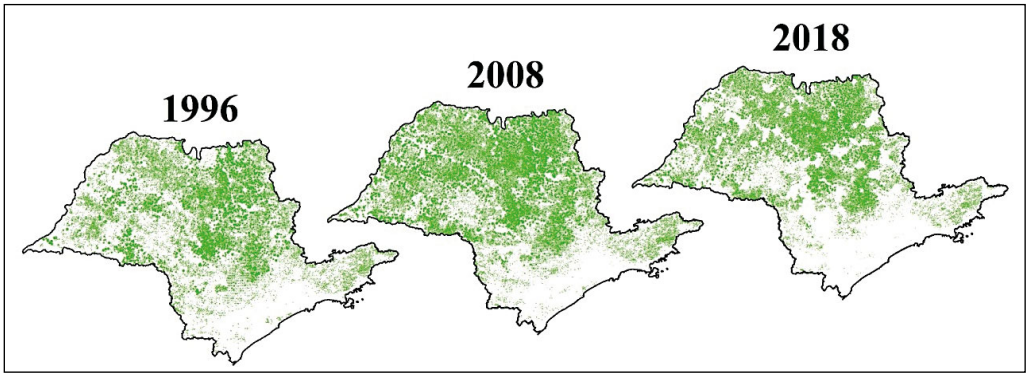
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Evolução temporal da ocupação por pastagens (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

A segunda ocupação do solo em valor de área ocupada é a cultura da cana-de-açúcar, apresentada na Figura 8, na qual pode-se verificar que, dos quase 8,0 milhões de ha com culturas temporárias, cerca de 5,3 milhões estão sob exploração de cana-de-açúcar, que na verdade é uma cultura classificada como semi-perene, porém para critérios de facilidade de manipulação dos dados foi assim classificada pela equipe gestora do censo LUPA.

Nassar *et al.* (2008) destacam que a sustentabilidade dos biocombustíveis de base agrícola tornou-se uma questão central, sendo necessária a análise do ciclo de vida de cada matéria prima. Castro *et al.* (2010) destacam que São Paulo é o maior produtor nacional de cana-de-açúcar, sendo o crescimento da cultura desencadeado pela demanda ambiental

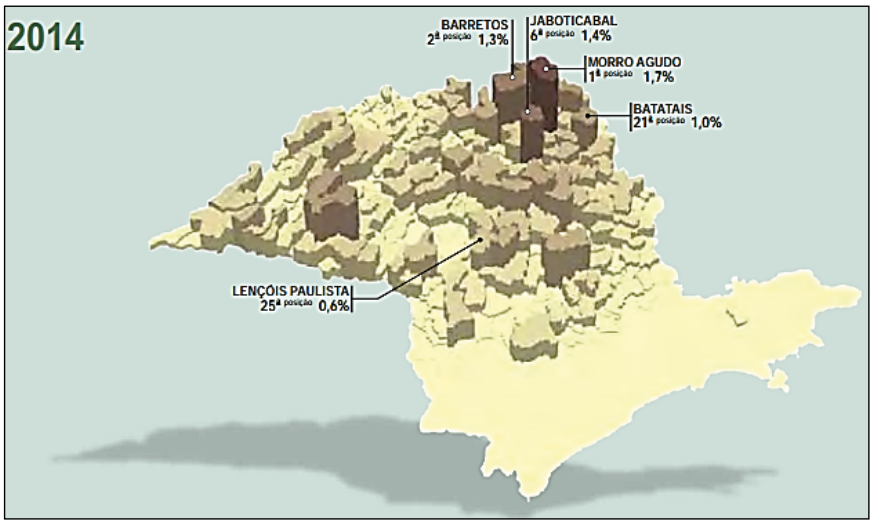
voltada para o desenvolvimento de uma nova matriz energética que auxiliasse no controle do aquecimento global. A expansão desta cultura, ao contrário dos discursos oficiais, não ocorreu em áreas prioritárias provenientes de pastagens degradadas (Silva; Miziara, 2011), mas sim acompanhando a implantação de usinas e a busca por solos com maior potencial agronômico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8. Distribuição geoespacial de UPAs com cana-de-açúcar, proporcional a área cultivada.

A análise do Valor adicionado da agropecuária pela cultura da cana-de-açúcar apresentado na Figura 9 se reflete na distribuição espacial apresentada para o último censo LUPA.



Fonte: Fundação SEADE (2017).

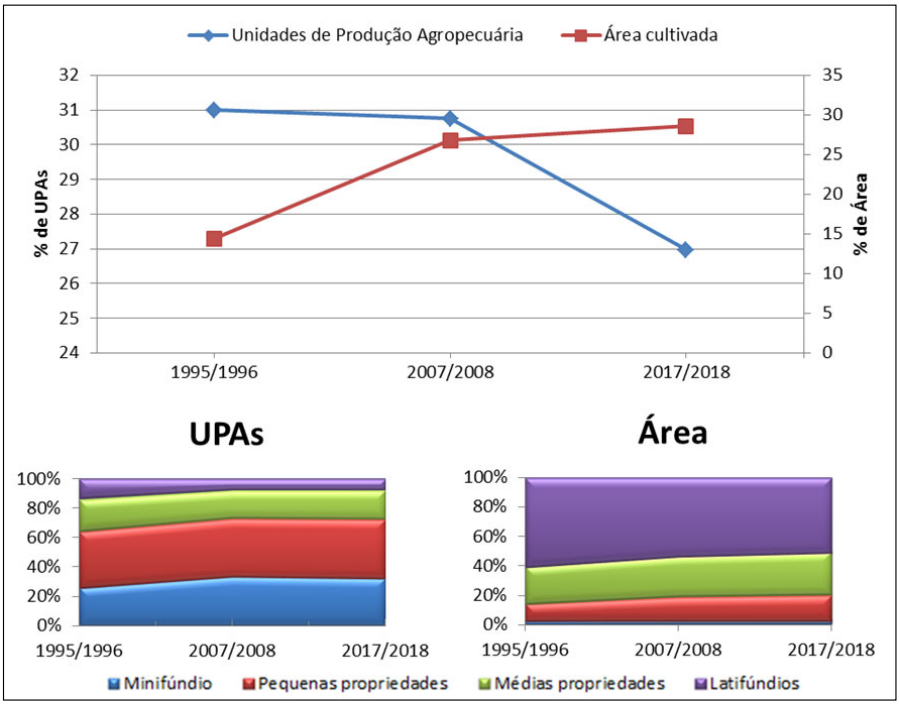
Figura 9. Participação de cana-de-açúcar no valor adicionado da agropecuária.

O apresentado na Figura 9, aliado ao estudo de Oliveira *et al.* (2012) indica que o avanço do setor sucroalcooleiro contribuiu para um crescimento do PIB nos municípios produtores de cana-de-açúcar, em especial naqueles onde as usinas estão instaladas. Porém há de se destacar que trouxe consigo um menor repasse do ICMS rural para os municípios, pois as áreas antes ocupadas com culturas que podiam ser exploradas mais de uma vez dentro do ano agrícola (princípio das glebas homogêneas), sendo contabilizadas

assim com uma maior área cultivada, passam a ser contabilizadas apenas uma vez, pelo fato do corte anual da cana-de-açúcar, havendo então grandes reclamações por parte dos prefeitos de municípios que tiveram a alteração expressiva de sua área rural por esta cultura, com consequente diminuição desse recurso do tesouro do Estado.

Rudorff *et al.* (2010) apresentam dados de acompanhamento da cultura da cana-de-açúcar em São Paulo, por meio do projeto CANASAT, os quais para o ano agrícola 2007/2008 diferem em cerca de meio milhão de ha para os dados do LUPA. Neste ponto ressalta-se que o LUPA levanta tanto áreas para plantio de abastecimento de indústrias, como para suplementação volumosa para criações animais, justificando, portanto, a diferença, pois áreas com expressivo plantio da cultura, como o vale do rio paraíba do sul (leste de São Paulo) e outras áreas na região noroeste e centro-sul do Estado não são levantadas pelo projeto CANASAT, devido a exclusão prévia de municípios, por não serem considerados produtores de cana-de-açúcar. O LUPA neste sentido permite uma visão mais detalhada da dinâmica desta cultura no Estado, levando-se em consideração a cana-de-açúcar para silagem e produção de aguardente (cachaça), que possui aspecto distribuído no território, em áreas não expressivas para análises que utilizem insumos de sensoriamento remoto[10] de média precisão.

Na Figura 10 é apresentada a análise detalhada da cultura de cana-de-açúcar para o período analisado. O crescimento na área plantada de quase 2,9 milhões de ha para cerca de 5,5 milhões de ha para o primeiro período, não se verificou no segundo, havendo uma diminuição na área plantada para 5,3 milhões de ha, porém com manutenção no crescimento da porcentagem de área, fato este justificado pela diminuição da área agrícola em todo o Estado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 10. Evolução temporal da cultura de cana-de-açúcar (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b.Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

Importante destacar a influência que o setor canavieiro possui sobre o trabalho no meio rural, que segundo Baccarin e Silva (2014), no período de 2007 a 2013, apresentou variação significativa em relação ao número de trabalhadores canavieiros, passando de 178.510 para 94.423 trabalhadores empregados, enquanto houve aumento de trabalhadores na mecanização, passando de 24.279 para 42.547.

A forte expressão do número de UPAs classificadas como minifúndios, representando 27% do total, não se reflete em expressão de área cultivada, estando o setor com 50% das áreas cultivadas sob exploração de latifúndios. Percebe-se ainda que o período entre a safra 2007/2008 e 2017/2018, vieram acompanhados por uma queda de 2,9 para 2,7 milhões de ha nas áreas de latifúndios, provavelmente explicado pelos contratos de arrendamento, de comodato, de parceria, e de fornecimento junto a médias e pequenas propriedades, verificado no crescimento da participação de área ocupada pela cultura nestes estratos de tamanho. Importante também destacar a atual tendência das usinas pela terceirização da produção, seja por meio de estabelecimento de contratos diretos com terceiros, ou via estabelecimento de franquias para a mão de obra e produção de matéria prima.

O incremento de quase 2,5 milhões de ha na ocupação do solo pela cultura no período em estudo reafirma as alterações elencadas anteriormente e indica a preocupação para com os riscos ainda invisíveis que podem advir dos 27% da área agrícola do Estado sob exploração de uma única cultura. Castro *et al.* (2010) afirmam que os impactos diretos mais considerados são a competição por terras agrícolas, o risco de novos desmatamentos, além de poluição do ar (queimadas, emissões), contaminação dos solos e águas, e problemas decorrentes tanto do manejo agrícola como do processo industrial.

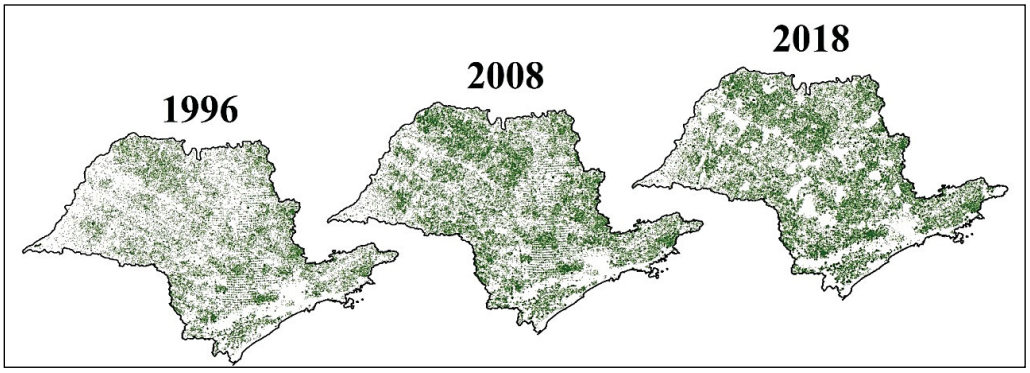
Segundo Rodrigues *et al.* (2016) o maior produtor de cana-de-açúcar é o Estado de São Paulo, cuja participação na produção do país tem sido cerca de 60%, desde a década de 1990. Furtado *et al.* (2011) afirmam que o aumento da produção de cana-de-açúcar, em São Paulo, ocorreu em função do uso de modernas técnicas de produção e pela proximidade de instituições de pesquisa e de um complexo industrial, o que se reflete na sempre crescente produtividade da cultura apresentada por IPEA (2018).

A cultura da cana-de-açúcar possui alteração de sua dinâmica de acordo com as influências de mercado, pois conforme destacam Segato *et al.* (2006), está entre as gramíneas de maior eficiência na utilização e resgate de CO_2 da atmosfera, estando adaptada as condições de alta intensidade luminosa e altas temperaturas, necessitando porém de elevadas quantias hídricas para suprir suas necessidades fisiológicas, figurando assim como uma cultura que estará mais adaptada a possíveis aumentos de temperatura ocasionados pelas mudanças climáticas. Marin e Nassif (2013) afirmam que a cultura da cana-de-açúcar será beneficiada em caso de ocorrência das mudanças climáticas, porém sendo provável que estas resultem também em alterações no sistema de manejo da cultura, uma vez que plantas daninhas, pragas e doenças, serão beneficiadas.

A terceira maior ocupação no Estado não se refere a exploração agropecuária, mas sim aos resquícios da outrora vegetação existente, e é apresentada na Figura 11. Pode-se

verificar a distribuição geográfica das UPAs e a área relativa ocupada por vegetação natural, de brejo e de várzea, percebendo-se que apesar de não terem a expressão das pastagens, encontram-se também distribuídas por todo o território, em maior proporção nas regiões litorâneas, na região de registro e oeste do Estado. O incremento de 1,0 milhão de ha, passando de 1,9 em 95/96 para 2,9 milhões em 17/18, permitiu que São Paulo atingisse uma ocupação de cerca de 15,5% sob vegetação, recuperando o nível atingido de 8% na década de 70, mas ainda longe de padrões aceitáveis de preservação internacionalmente, bem como sob a óptica da legislação nacional, de 20% de RL, porém indicando a crescente preocupação com as influências ambientais por parte da população rural.

Segundo dados de Kronka (2005), que apresentou o inventário feito pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado, 3.457.301ha é o total da vegetação natural na época em análise. A diferença de mais de um milhão de ha para com o LUPA 07/08 é objeto de reflexão, conforme discussão realizada por Farinaci (2012). Tal discrepância nos dados se deve ao fato do LUPA identificar as vegetações naturais em UPAs e não na totalidade do território do Estado, portanto indicando-se cautela em estudos comparativos quando não apenas os voltados às áreas de produção agropecuária.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11. Distribuição geoespacial de UPAs com vegetação nativa, proporcional a área ocupada.

Apesar de a integração global ser devastadora para as florestas tropicais em muitas regiões, como apontados por Hecht (2005), diversos trabalhos relatam tendências de recuperação florestal em paisagens povoadas, principalmente entre os trópicos, revelando a expansão de numerosos tipos de florestas antropogênicas e sucessionais (Hecht, 2010), tais como os trabalhos de Grau *et al.* (2008) na Argentina, de Chazdon (2003) na Costa Rica, de Carr *et al.* (2005) na Guatemala, e no Brasil (Summers *et al.*, 2004; Walker, 2012).

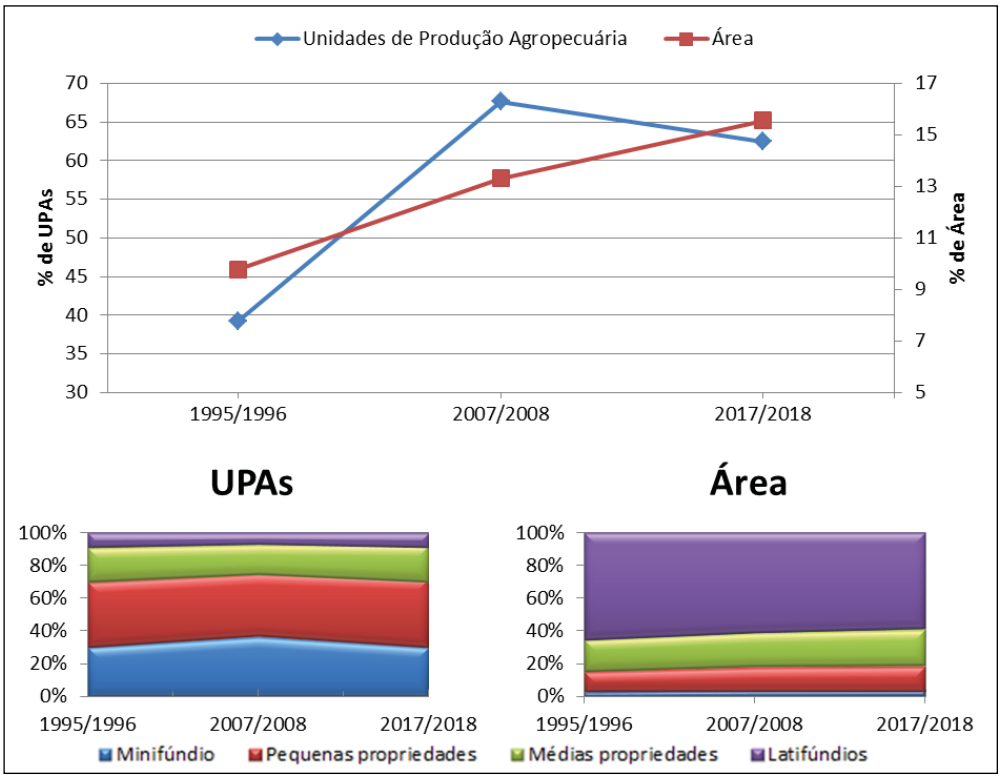
Tal efeito, de acordo com Rudel *et al.* (2005), passa a ser denominado como Transição Florestal, representando a tendência de reversão com que estes países passam a apresentar de ganhos líquidos em sua cobertura florestal devido ao balanço favorável ao reflorestamento em relação ao desmatamento.

Farinaci (2012) destaca que a Teoria da Transição Florestal (TTF) indica uma relação potencialmente positiva entre desenvolvimento econômico e qualidade ambiental

(no caso, aumento da cobertura florestal), e, de acordo com Klooster (2003), trazendo implicações para estudos sobre dimensões humanas das mudanças climáticas globais e na criação de políticas que podem catalisar a conservação e a recuperação das florestas.

O aumento constante da área com vegetação nativa, apresentado na Figura 12, indica que tal efeito se faz presente em São Paulo, numa alteração do quadro de degradação ecológica instalado. Nota-se que a distribuição do número de UPAs por estratos de tamanho permanece praticamente inalterada, porém com crescimento na área ocupada nos minifúndios e pequenas e médias propriedades, ocorrendo porém o inverso nos latifúndios.

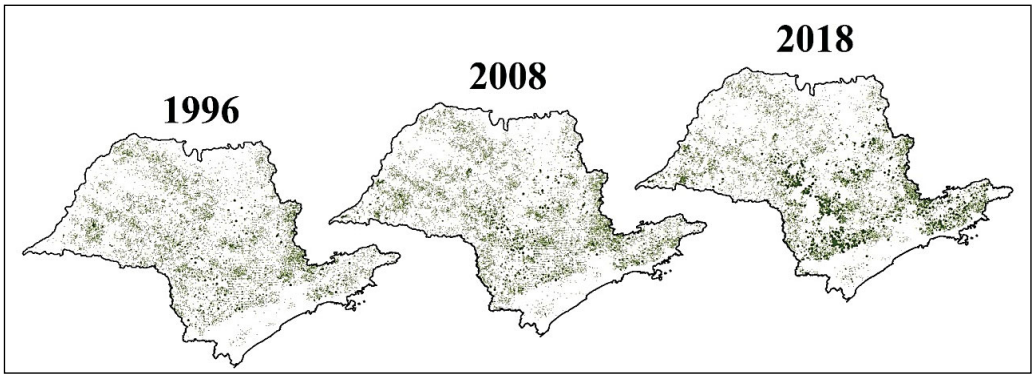
Importante destacar que, de acordo com Rodrigues et al (2008), além do pequeno número de remanescentes naturais no Estado de São Paulo, esses ainda têm a sua função de conservação da biodiversidade comprometida, decorrente da intensa fragmentação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12. Evolução temporal da ocupação por vegetação nativa (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

A cultura florestal de maior ocupação do solo, o eucalipto é apresentada na Figura 13, podendo-se constatar que existem núcleos de concentração desta cultura, nas regiões de Bauru, Botucatu, Itapetininga, Itapeva e São José dos Campos com relação a área plantada, porém regiões como a de Bragança Paulista e Presidente Prudente figuram com grande número de UPAs com tal exploração, porém com menores áreas exploradas. Para as primeiras regiões indica-se o aumento da demanda por parte das indústrias de celulose e para o segundo a produção de óleos e madeira para construção e lenha como justificativas para o aumento visualizado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

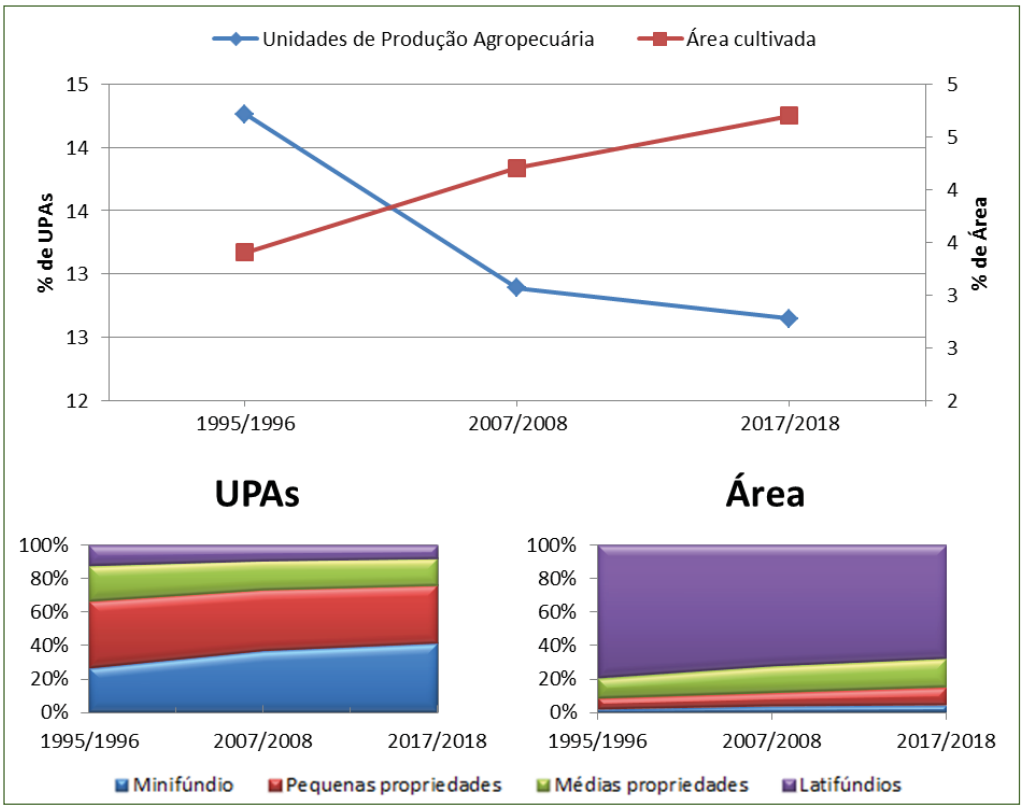
Figura 13. Distribuição geoespacial de UPAs com eucalipto, proporcional a área cultivada.

Castanho Filho *et al.* (2013) conclui que as intenções da legislação e das políticas públicas pelo desenvolvimento sustentável, possuem muitas vezes efeitos que vão em direção contrária na lei, porque ignora a importância igualitária que devem ter os serviços ecossistêmicos, conferindo um peso exagerado àqueles "ambientais" em detrimento de um equilíbrio com os componentes sociais e econômicos. Tal fato ocorre na exploração da cultura do eucalipto, sendo esta confundida com ações de reflorestamento, e confere à população um falso entendimento de conservação ambiental, muitas vezes agindo contra elementos de fixação do homem no meio rural.

Tarifa (1994) já apontava que a utilização em larga escala de florestas homogêneas poderia resultar em alterações microclimáticas, sendo tal efeito verificado nestas regiões, com diminuição do nível do lençol freático e alteração no regime hídrico local.

Melges *et al.* (2011), estudando a transição florestal em São Paulo, concluíram que a divergência dos resultados obtidos para a escala municipal não permite confirmar a hipótese de transição florestal no Estado de São Paulo, relacionando a identificação deste fenômeno a possíveis artefatos metodológicos. É importante notar que a análise em questão, e outros estudos ligados ao assunto, levam em consideração a área florestada, incluindo, portanto, o eucalipto e outras florestais, que possuem expressiva ocupação no território paulista. Diferente da conclusão para vegetação nativa, que corrobora com a teoria da transição florestal, as essências florestais alteram sua dinâmica de acordo com flutuações do mercado, como pode ser constatado na análise dos gráficos da Figura 14, pois apesar de área crescente explorada com eucalipto, houve uma diminuição do número de UPAs, estando a maioria destas, os latifúndios, ligadas as cadeias do papel e celulose, com crescimento destas áreas ao redor dos centros de processamento de madeira, e não de forma distribuída como as áreas de vegetação nativa.

Estudos de transição florestal levando-se em consideração regiões específicas de São Paulo, como o de Silva *et al.* (2017) devem ser realizados de forma criteriosa e levando-se em consideração os efeitos e influências dos mercados de florestas, pois podem mascarar o efeito da transição florestal em épocas de quebra de preços e alteração da dinâmica de ocupação por parte das florestais comerciais.

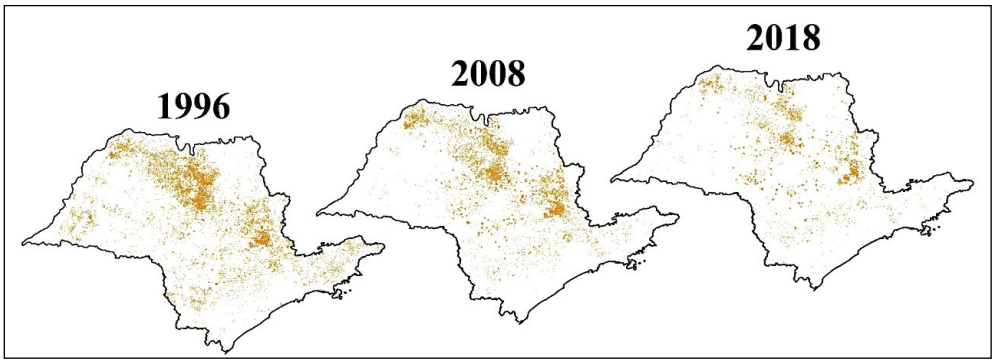


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14. Evolução temporal da ocupação por eucalipto (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

A cultura perene de maior ocupação do solo, a laranja, é apresentada na Figura 15, a qual possui expressivo montante no PIB agrícola do Estado. Neves e Trombin (2017) destacam que o setor citrícola representa um dos setores mais competitivos e com maior potencial de crescimento no agronegócio, propiciando a geração de empregos diretos e indiretos, além da acumulação de capital, sendo o Brasil, o maior produtor mundial de laranja doce e de suco de laranja. São Paulo e Flórida dominam a oferta mundial dessa *commodity* agrícola.

Avaliando-se a evolução da área plantada relativa aos censos em análise, nota-se expressiva diminuição de área no antes existente eixo citrícola paulista (eixo noroeste-sudeste), visualizado no ano de 1996, existindo uma reordenação do eixo de plantio e produção em direção às regiões de Araraquara, Limeira e Mogi Mirim, em grande medida ocorridas por problemas fitossanitários ocorridos no Estado.

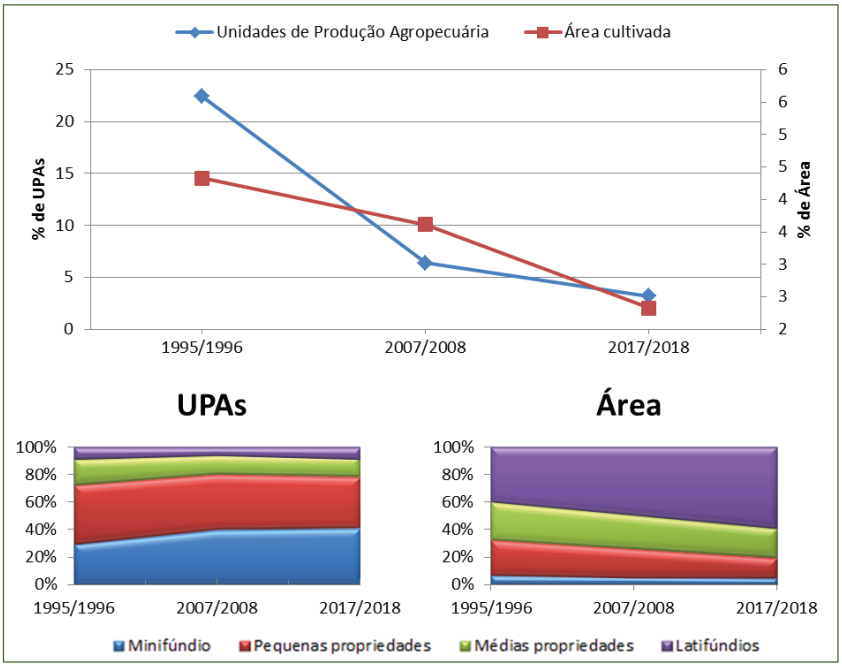


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15. Distribuição geoespacial de UPAs com laranja, proporcional a área cultivada.

Analisando-se os gráficos da Figura 16, de forma geral, chega-se à conclusão de que a diminuição tanto em número de UPAs como em área plantada, veio acompanhada por uma concentração da área plantada por latifúndios, saindo de uma participação de 39,9% para 59,1% da área total da cultura, e diminuição de área para os demais estratos de tamanho de propriedade, indicando concentração da produção na mão de grandes produtores.

A diminuição da área ocupada de quase 0,9 milhões de ha, para pouco mais de 0,4 milhões de ha, levaram a cultura da laranja a representar apenas 2,3% da área agrícola paulista. As grandes empresas desta cadeia, como Citrosuco, Cutrale, Dreyfus e Citrovita, vêm investindo em técnicas e tecnologias para o aumento da produtividade, a qual, segundo Diniz *et al.* (2012), é crescente em São Paulo, realizando a produção em áreas próprias, o que corrobora com a concentração fundiária verificada.

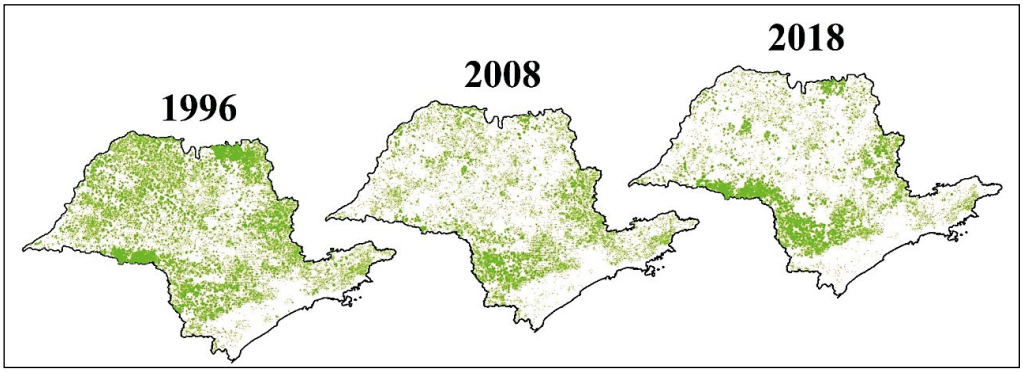


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 16. Evolução temporal da ocupação por laranja (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

Dentre os grãos, milho e soja figuram como as de maior ocupação no Estado. A cultura do milho, grão que ocupa a maior área, apresenta uma boa distribuição de plantio pelo território (Figura 17), para o ano de 1995, havendo uma drástica redução na ocupação para o ano de 2008 e concentração em determinadas regiões para o recorte final em estudo. Tal aumento no período final analisado, conforme relatos de técnicos da CATI vêm se dando devido as produtividades do milho safrinha[11] terem atingido valores próximos da safra normal, aumentando assim a exploração por esta cultura. O milho, pelo seu caráter rústico de produção, bem como a possibilidade de uso em suplementação de alimentação de rebanhos configura-se como cultura de excelente aplicação aos pequenos produtores, sendo alvo, portanto, de políticas atuais de fomento pela pasta da SAA, cabendo ainda destaque para sua integração com técnicas de plantio direto, agindo como fornecedor de palha para proteção do solo.

Analisando-se a distribuição geoespacializada do primeiro censo para o segundo, verifica-se uma queda drástica na exploração da cultura, a qual caiu de 1,2 para 0,7 milhões de ha plantados, com posterior aumento para quase 0,9 milhões de ha, tendo o eixo Assis, Ourinhos, Itapeva, Itapetininga e Sorocaba se destacado para o ano de 2018, bem como a região de São João da Boa Vista e Guaíra.



Fonte: Elaborado pelos autores.

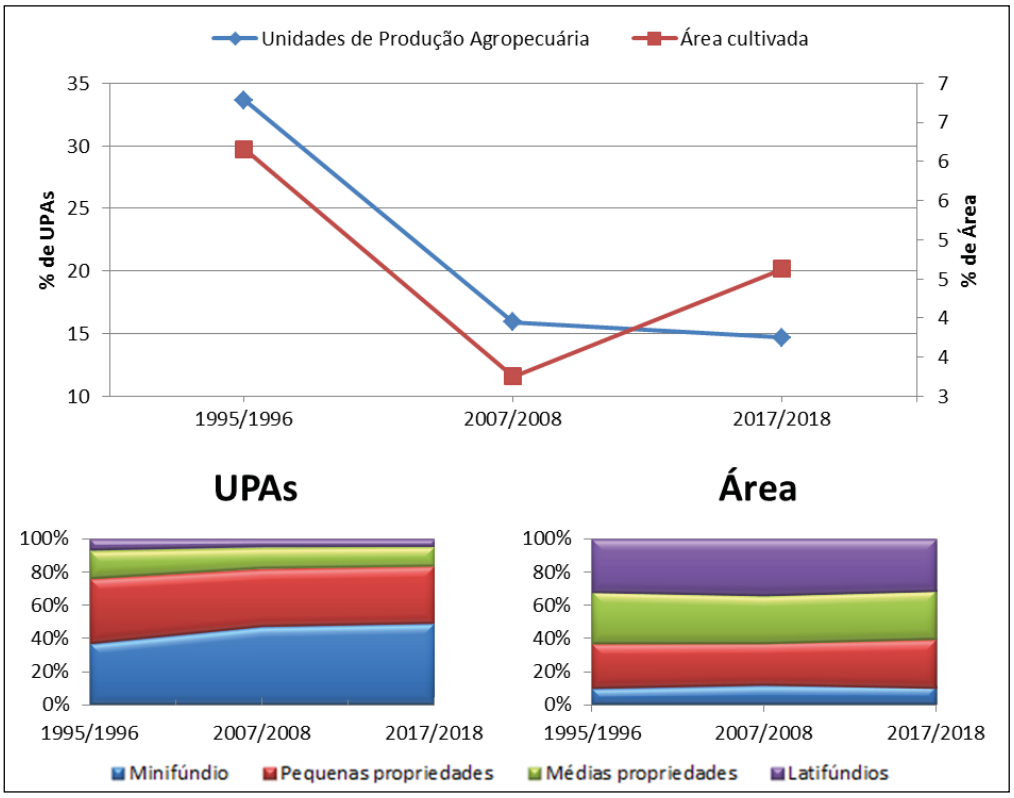
Figura 17. Distribuição geoespacial de UPAs com milho, proporcional a área cultivada.

Brunini *et al.* (2001) analisando os riscos climáticos para a cultura do milho em São Paulo, apontaram que para o milho de ciclo normal não existem restrições significativas quanto a disponibilidade de água no solo e precipitação pluvial, indicando ainda que os processos fisiológicos do milho, na sua maioria, ocorrem numa faixa de temperatura de 0 até 40°C.

Nos cenários mais pessimistas de mudanças climáticas apresentados por Pinto et al. (2008) a cultura do milho é favorecida por tais processos, com possíveis ganhos de produtividade e diminuição desta em apenas pequenas porções do território, e também com a redução marcante no nível de severidade das doenças foliares fúngicas e bacterianas. Diferentes cenários apresentados por Marengo *et al.* (2014), reforçam as alterações na temperatura, balanço hídrico, entre outros impactos que trarão impactos significativos.

Streck e Alberto (2006) destacam também que, apesar da maior disponibilidade de CO_2 nos cenários mais pessimistas de mudanças climáticas, a redução da disponibilidade hídrica, associada ao aumento de temperatura, pode anular o efeito positivo do CO_2 nos ganhos de produtividade, ocasionando a inversão deste efeito.

A cultura do milho, mesmo impulsionada pela maior adoção do plantio do milho safrinha, sofreu redução no número de UPAs envolvida em seu plantio (Figura 18), bem como de área cultivada, passando de 6,2% da área agrícola no primeiro censo para 3,3% no segundo, seguido de leve aumento para 4,6% no último censo. Nota-se ainda o aumento de minifúndios com plantio de milho, o que corrobora com o anteriormente exposto na utilização de milho variedade. A divisão de área cultivada por estrato de tamanho de propriedade pouco se alterou no período analisado, havendo distribuição constante entre latifúndios, médias, e pequenas propriedades.

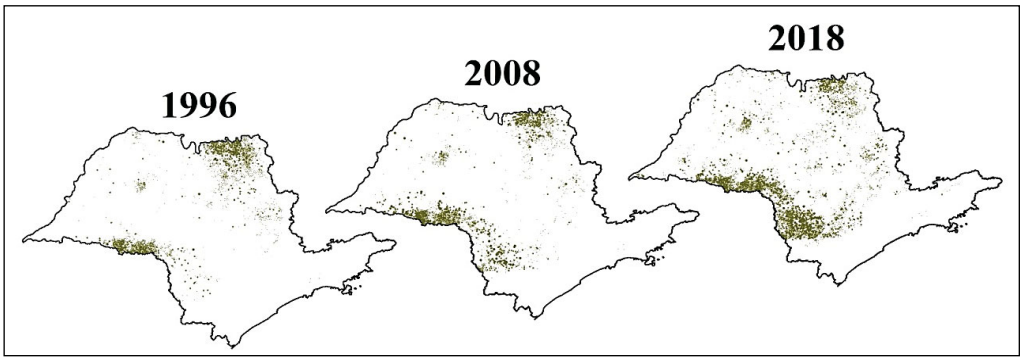


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 18. Evolução temporal da ocupação por milho (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

A distribuição da cultura da soja (Figura 19) permite a visualização de regiões típicas de cultivo paulistas, como a região norte e sul do Estado de São Paulo, sendo a última em função da proximidade com a divisa com o Estado do Paraná, segundo maior produtor de soja no Brasil, o que favorece culturalmente e economicamente sua exploração, e a primeira associada ao consórcio, ou rotação, utilizado na região de Guaíra com a renovação de áreas de cana-de-açúcar.

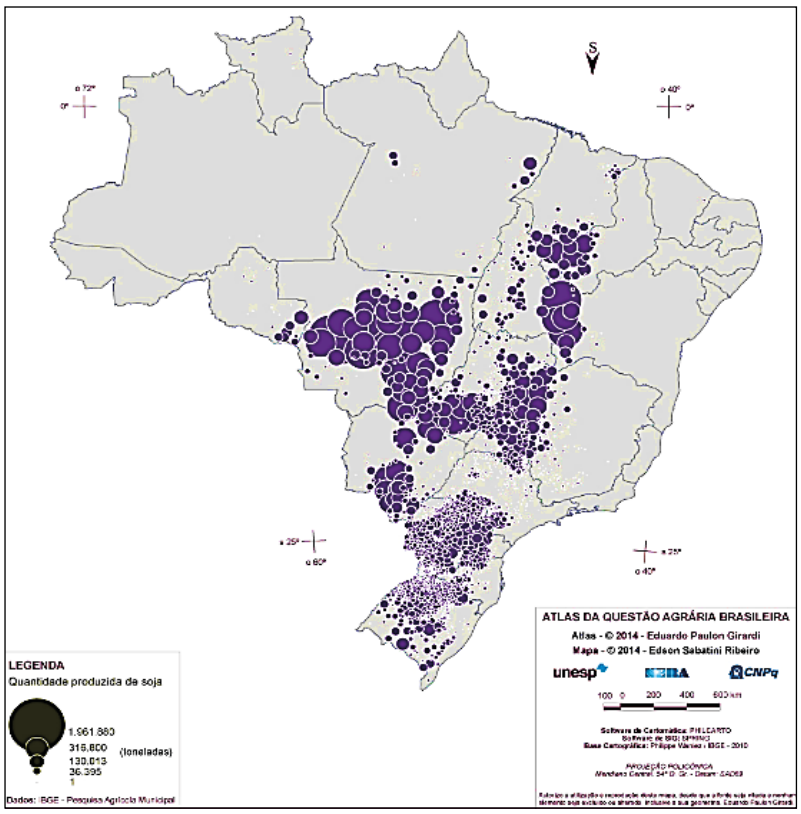
São Paulo não configura entre os maiores produtores de soja no país e muito do plantio desta cultura está associado à renovação de áreas de cana-de-açúcar na região norte, na consorciação com milho safrinha na região de Itapeva e Itapetininga, consórcio com feijão e utilização nas crescentes áreas de integração lavoura e pecuária.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 19. Distribuição geoespacial de UPAs com soja, proporcional a área cultivada.

A distribuição espacial da cultura em São Paulo se conecta com as regiões grandes produtoras nacionais como podem ser observados no mapa da Figura 20, formando um eixo de produção da cultura que contorna a região oeste de São Paulo.



Fonte: Girardi (2017).

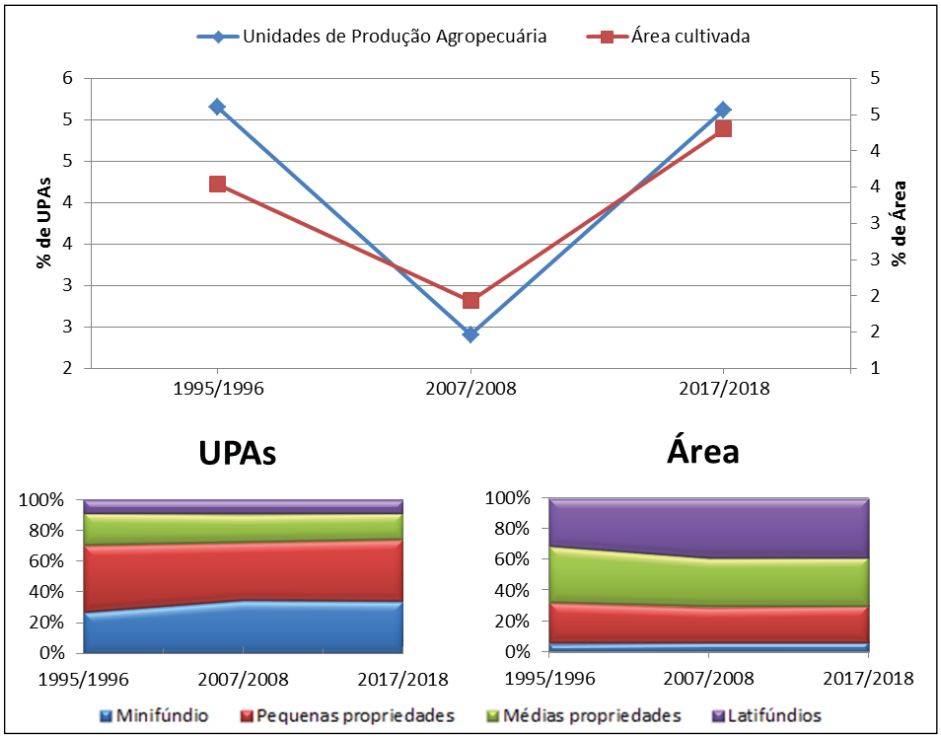
Figura 20. Distribuição espacial da quantidade produzida de soja em 2012.

A quantidade de UPAs e a área ocupada com soja em São Paulo acompanharam tendências semelhantes, de redução no primeiro período em análise e crescimento no segundo (Figura 21), reduzindo em 310.677 ha entre o LUPA 07/08 e 95/96 e aumento em 406.891 ha entre o LUPA 17/18 e 07/08.

Analisando-se os gráficos da Figura 21, constata-se o incremento do número de minifúndios explorando esta cultura, provavelmente por práticas de consórcio com milho e o aumento da área ocupada em latifúndios, provavelmente explicada pelos aumentos crescentes do preço da soja nos últimos 10 anos (IMF, 2014), tornando atrativa aos grandes produtores paulistas.

Centurion e Ghini (2008) destacam que existem cerca de 400 cultivares brasileiras recomendadas de soja, com características diferentes quanto ao ciclo, à arquitetura de plantas, à rusticidade, à adaptabilidade a diferentes condições ambientes, à tolerância a pragas e doenças, sendo, portanto, de difícil generalização apontamentos para esta cultura. Conforme Streck e Alberto (2006) a soja, de maneira geral, não possui significativos impactos de possíveis mudanças climáticas, com reduzida diminuição em seu rendimento, mesmo no pior dos cenários, figurando como uma cultura sob impacto apenas das variações de mercado.

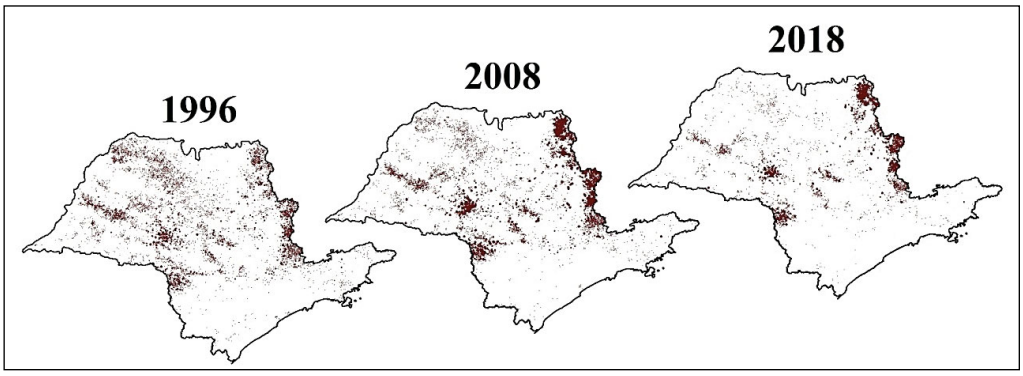
Soares e Spolador (2018), destacam que, apesar da baixa representatividade no PIB agrícola paulista, as culturas do milho e da soja possuem importância estratégica para a segurança alimentar no Estado de São Paulo, sendo utilizadas diretamente na alimentação, como óleos ou grãos, ou indiretamente, como ração animal.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 21. Evolução temporal da ocupação por soja (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

O café (Figura 22), antes principal cultura de exploração agrícola de São Paulo, figura agora na oitava posição de ocupação do solo, correspondendo a apenas 190.444 ha de área plantada, com nítida diminuição de área ocupada e concentração em regiões consideradas como polo de produção dos cafés paulistas, quase exclusivamente de variedade arábica[12].

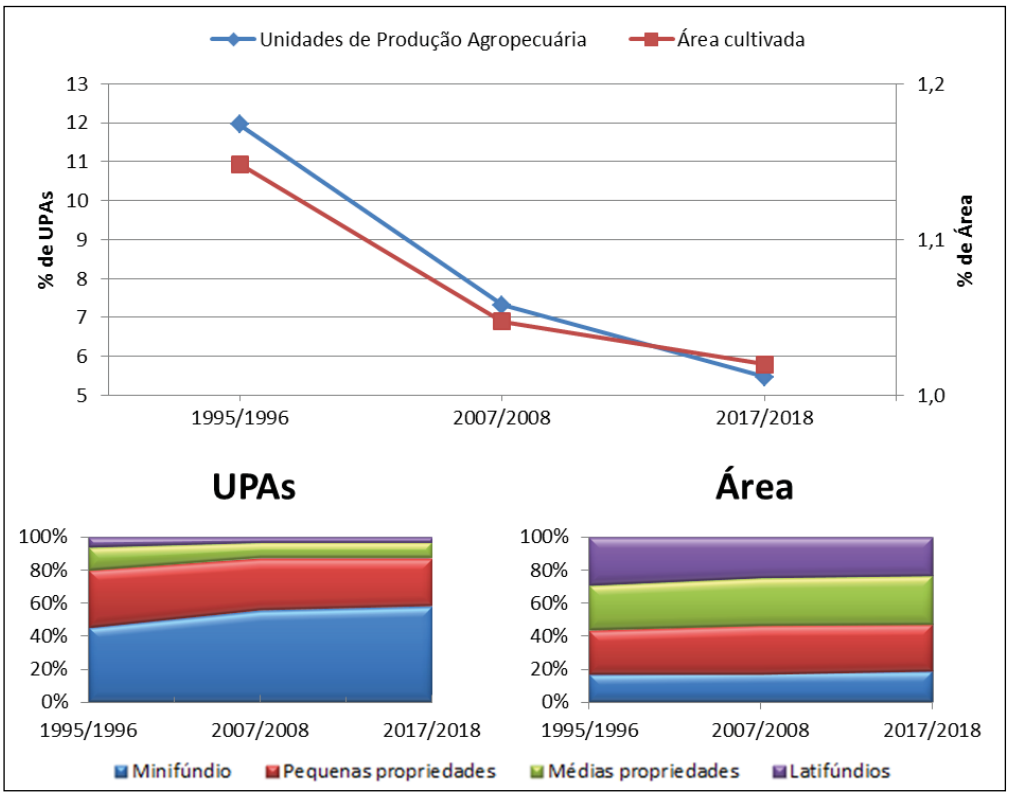


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 22. Distribuição geoespacial de UPAs com café, proporcional a área cultivada.

Tal área ocupada ainda configurava São Paulo como o terceiro maior produtor nacional, sendo que as médias de produção em sacas continuam no mesmo patamar de anos anteriores, o que indica o incremento de tecnologias agrícolas e agronômicas para o aumento das produtividades. Moreira *et al.* (2010), utilizando-se de técnicas de mapeamento com sensoriamento remoto, para o ano de 2007, chegaram ao valor de 161.180 ha, enquanto dados do IBGE chegaram a valores de 207.904 ha, e os dados do LUPA apresentam uma área de 214.790 ha, porém com a definição das mesmas áreas em destaque na Figura 22.

A cultura do café vem apresentando uma diminuição constante tanto do número de UPAs como na área ocupada, conforme Figura 23, sendo responsável atualmente por apenas 1% da área agrícola do Estado. Nota-se que houve um acréscimo no número de minifúndios, passando de 45,4% para 58,2% do total de UPAs com café. Tal fato pode ser explicado pelo crescente apelo por cafés orgânicos, *gourmet*, e por produções com certificação sustentável. Nota-se também distribuição quase equilibrada entre latifúndios, médios e pequenos produtores e minifúndios, o que confere a São Paulo uma cafeicultura com diferentes realidades locais e diversificação tanto de técnicas de condução do cafeeiro como de tipos de cafés produzidos, voltados a diferentes nichos de mercado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 23. Evolução temporal da ocupação por café (a. porcentagem de UPAs e área ocupada; b. Porcentagem de UPAs por tamanho; c. Porcentagem de área por tamanho).

Pozza e Alves (2008) concluíram que, diante de possíveis cenários de mudanças climáticas poderá haver escassez de terras agricultáveis para o cafeeiro, ocorrendo um deslocamento da produção de café para áreas montanhosas e de maior altitude, mantendo-se seus limites de tolerância ao estresse térmico e hídrico (Assad *et al.*, 2004).

A título de fechamento deste subcapítulo é importante destacar as características socioeconômicas apresentadas na Tabela 5. Nota-se uma distribuição relativamente igualitária no número de UPAs com nível de instrução entre alfabetizados e com superior completo, explicitando as discussões acerca do novo rural paulista, possuindo São Paulo uma ampla variedade de características de produtores, dificultando assim análises que tentem a simplificação. Alentejano (2015) afirma que, a diversidade de formas de organização social que proliferam, tanto no campo como na cidade, poderia levar à tentação de se dizer que não existe um urbano e um rural, mas vários urbanos e rurais. Assim, para se falar num novo mundo rural, seria necessário avançar em formulações que rompam com a dicotomia rural/urbano. O mesmo autor afirma ainda que a diversidade é a marca fundamental deste novo rural, onde o capital avança sobre novas realidades (turismo rural, produção agroecológica), buscando apropriar-se delas, fato este que se verifica fortemente em São Paulo, com a ocorrência e criação de multi relações de produção e consumo entre cidade e campo. Importante destacar ainda que apenas 87.881 UPAs, ou 28,1% do total, são residentes na

UPA, mostrando-se que há uma nova relação da população rural com a cidade, pois 71,9% das UPAs possuem seus responsáveis residindo nas áreas urbanizadas.

Tabela 5. Características de instrução, moradia, participação econômica da UPA e distância à sede do município, LUPA 2017/2018.

Instrução	UPAs	%	Residente na UPA	%	Participação da agropecuária na renda familiar	Distância à sede do município (km)
Sem instrução ou antigo primário incompleto	16.736	5,4	8.039	9,1	54,5	14,8
Alfabetizado	88.492	28,3	35.913	40,9	60,8	13,1
1º. grau / Ensino Fundamental	67.436	21,6	23.024	26,2	59,9	12,1
2.º grau / Ensino Médio	62.394	20,0	13.410	15,3	50,8	11,5
Superior completo	68.492	21,9	7.010	8,0	38,0	11,3
Pessoa jurídica	8.781	2,8	485	0,6	33,1	12,3
Total Geral	**312.331**	**100,0**	**87.881**	**100,0**	**52,5**	**12,2**

Fonte: Elaborado pelos autores.

A participação da agropecuária na renda familiar representa em média para o Estado um valor de 52,5%, ou seja, o produtor paulista já possui seu fluxo monetário agregado a outros setores da economia, sejam eles, industriais ou serviços.

Com uma distância média à sede dos municípios de 12,2 km, a agricultura paulista detém uma facilidade de escoamento de seus produtos, aliada a políticas constantes de manutenção das estradas vicinais e ainda pela conexão a eixos de exportação nacionais e internacionais. Destaca-se ainda que tal proximidade facilita um maior fluxo cultural e econômico entre cidade e campo.

Tenta-se assim, como fechamento deste subcapítulo, explicitar a dinâmica das alterações do uso do solo em São Paulo, e o perfil dos produtores envolvidos, bem como a demonstração de que apesar de conhecido como pólo industrial, São Paulo deve também ser chamado de Estado agrícola. Levando-se em consideração o montante de área explorada pela agropecuária, deve ser alvo de políticas de controle de emissões de GEE, de conservação ambiental e de mitigação de efeitos danosos a esse importante setor da economia.

Balsadi (2001) aponta que as políticas de desenvolvimento rural não podem ser orientadas somente para os produtores modernos e viáveis, pois a agricultura cumpre um papel não apenas produtivo, mas de manutenção de um tecido social articulado no meio rural.

As influências ambientais, provenientes das mudanças climáticas atuais, se fizeram mais expressivas na alteração da dinâmica de uso do solo das culturas permanentes e, em menor medida, nas culturas temporárias. Verificou-se ainda que influências de cunho econômico e socioeconômico foram mais determinantes nesta dinâmica de alteração.

Strapasson (2015) afirma que agricultura, pecuária, silvicultura e bioenergia representam os principais tipos de utilização de terras férteis em todo o mundo, e, portanto, mudanças na demanda por produtos destes setores podem afetar, direta ou indiretamente, a dinâmica global do uso da terra.

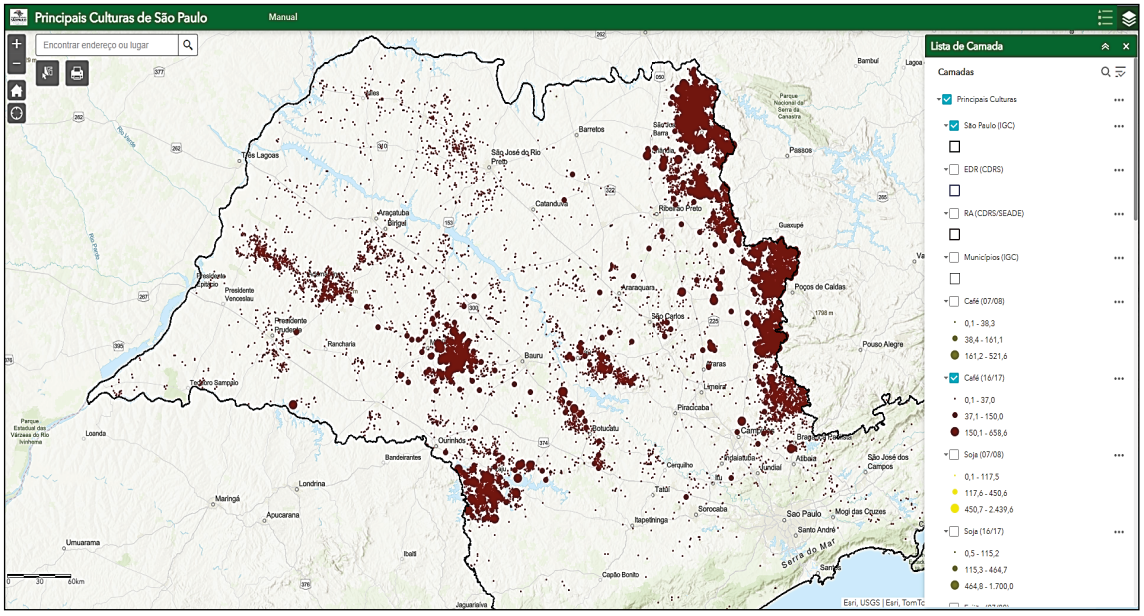
No objetivo de contribuir à políticas de incentivo de ações de menor impacto ao ambiente, o Estado de São Paulo destaca-se com a promulgação dos seguintes normativos legais: Lei de uso, conservação e preservação do solo agrícola (Lei Estadual n° 6.171/1988); Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 7.663/1991); Política Estadual de Saneamento (Lei Estadual nº 7.750/1992); Política Estadual do Meio Ambiente (Lei Estadual nº 9.509/1997); diretrizes e normas para proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional (Lei Estadual nº 9.866/1997); Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (Lei Estadual nº 10.019/1998); benefícios fiscais no ICMS para indução da economia verde[13] (Decreto Estadual nº 45.490/00); compras públicas obedecendo a critérios de preservação ambiental (Decreto Estadual nº 50.170/2005); Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual nº 12.300/2006); Política Estadual de Educação Ambiental (Lei Estadual nº 12.780/2007); utilização e proteção da vegetação nativa (Lei Estadual n° 13.550/2009); pagamento por serviços ambientais (Decreto Estadual nº 55.947/2010); estratégia para o desenvolvimento sustentável (Decreto Estadual nº 58.107/2012).

Conclusões

As políticas públicas voltadas ao setor produtivo rural, realizadas em grande monta por trabalhos de extensão rural pública, ajudaram a definir o atual estágio de ocupação do território rural, e apresentam uma atual mudança de paradigma, voltado a práticas integradas de produção e conservação do ambiente, favorecendo a recuperação das coberturas florestais nativas em São Paulo. Ressalta-se, porém, que as políticas de governo atual indicam uma diminuição exponencial do repasse de recursos para questões ligadas a agropecuária, indicando assim um esforço do governo para que o mercado auto regule as questões ligadas ao setor.

São Paulo possui atualmente oito principais ocupações do solo, uma ligada a produção pecuária (pastagens), três ligadas a culturas bioenergéticas (cana-de-açúcar, soja e milho), uma ligada a produção florestal (eucalipto), duas ligadas a culturas perenes (laranja e café), e uma ligada a vegetação natural. Minifúndios e pequenas propriedades, alvo das políticas públicas de extensão rural, representam 84,8% do total de propriedades, porém são responsáveis pela exploração de apenas 28,3% do território rural, sendo responsáveis pela produção de culturas voltadas a alimentação. Latifúndios respondem pelas principais ocupações, explorando 45,2% do território rural, ligadas em sua maioria a monoculturas da cadeia bioenergética.

Como ferramenta prática ao acompanhamento da dinâmica das principais culturas, confeccionou-se o Portal *Web* "Principais Culturas de São Paulo", Figura 24.



Fonte: <https://geo.cati.sp.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=c811d260bdb0476aa60940f34b032a79>.

Figura 24. Portal "Principais Culturas" para visualização geoespacializadas das principais culturas do Estado de São Paulo, e consultas setorizadas.

O Estado de São Paulo se distingue de outras unidades federativas, na consolidação de parcerias internacionais para tratar de questões ambientais, e é um dos membros fundadores da Rede de Governos Regionais para o Desenvolvimento Sustentável (conhecida por nrg4SD), a qual é a primeira rede transnacional exclusiva para governos subnacionais, criada com o objetivo de representar os governos regionais, direcionando-os para o desenvolvimento sustentável; participa também do *Climate Group,* que é uma rede que se dedica, desde 2004, à redução das emissões de carbono, visando acelerar a transição para uma economia verde; participa desde 2013 da R20, que é uma rede que auxilia governos locais e subnacionais no desenvolvimento de projetos econômicos de baixo carbono; e é membro do *Local Governments for Sustainability* (ICLEI), que é uma rede global que se dedica a fomentar o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, cenários de governança local, como o do Estado de São Paulo, voltado ao setor agropecuário, pode representar um modelo precursor para outros países em desenvolvimento, representando assim um exemplo de abordagem política *bottom-up*, em que governos subnacionais estabelecem seus próprios interesses e prioridades, através de políticas públicas próprias, seguindo as regras multilaterais assumidas pelo governo nacional, mas indo além, colaborando e influenciando na formulação de regras.

Notas

3 Baixos acumulados pluviométricos sobre a maior parte do Estado de São Paulo.
4 Cancro cítrico é uma doença que afeta todas as espécies e variedades de citros de importância comercial, ocasionando redução na produção e restrição na exploração e comercialização.
5 greening (*Huanglongbing*) é a mais destrutiva doença dos citros no Brasil, ocasionando perda de frutos e restrições na exploração.
6 Falta de chuvas ou estiada que ocorre em períodos chuvosos, com dias de muito sol e calor.
7 Fundo do Governo do Estado de São Paulo, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que tem o objetivo de prestar apoio financeiro a programas e projetos ligados ao agronegócio, atendendo produtores rurais, pescadores artesanais, bem como suas Cooperativas e Associações em todo o Estado.
8 Ou arenítico-basálticas, compostas de remanescentes de rochas vulcânicas da Era Mesozoica em áreas sedimentares, com características e propriedades dos solos propícias à agricultura.
9 Permite medir o valor criado por um agente econômico. É o valor adicional que adquirem os bens e serviços ao serem transformados durante o processo produtivo.
10 É definido como o milho de sequeiro cultivado fora do período recomendado para plantio, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja.
12 Espécie de café que possui frutos ovais e requer mais cuidado no manejo, sendo reconhecida como uma espécie que possui maior qualidade em sua bebida.
13 Definida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente como "uma economia que resulta em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz os riscos ambientais e a escassez ecológica.

Referências

ALCAMO, J.; et al. **Ecosystems and human well-being:** a framework for assessment. Island Press, Washington, DC, USA, 2003. 266p.

ALENTEJANO, P.R. As relações campo-cidade no Brasil do século XXI. **Revista de Políticas Públicas**, v. 7, n. 2, p. 303-325, 2015.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A.M. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.11, p. 1057-1064, 2004.

BACCARIN, J.B. e SILVA, D.B.P. Meio ambiente versus emprego: impactos de transformações tecnológicas na ocupação canavieira no Estado de São Paulo, Brasil, 2007 a 2013. **Cadernos CERU**, série 2, v. 25, n. 2, p. 13-38, 2014.

BALSADI, O.V. Mudanças no meio rural e desafios para o desenvolvimento sustentável.

São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 155-165, 2001.

BARACHO, H.U.; MUNIZ, I.G. História e Formas Jurídicas de Distribuição de Terras no Brasil. **Revista Brasileira de História do Direito**, v. 1, n. 1, p. 113-128, 2015.

BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A.M.; GHINI, R. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 488 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. INCRA. **Novo retrato da agricultura familiar:** o Brasil redescoberto. Brasília, 2000. 73 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura:** plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BRUNINI, O.; ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.P.; PATTERNIANI, M.E,Z. Riscos climáticos para a cultura do milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001.

BUENO, C.R.F. et al. **Anomalia climática e seus efeitos sobre as lavouras paulistas**. São Paulo: IEA. 2014. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12880>. Acesso em: 17 out. 2024.

CARR, D.L.; SUTER, L.; BARBIERI, A. Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. **Population and environment**, v. 27, n. 1, p. 89-113, 2005.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista brasileira de zootecnia**. Viçosa, MG, v. 38, supl. especial, p. 109-122, 2009.

CARVALHO, L.H. A concentração fundiária e as políticas agrárias governamentais recentes. **Revista IDeAS**, v. 4, n. 2, p. 395-428, 2010.

FARINACI, J.S.; BATISTELLA, M. Variação na cobertura vegetal nativa em São Paulo: um panorama do conhecimento atual. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.695-705, 2012.

CASTANHO FILHO, E.P.; CAMPOS, A.D.C.; ÂNGELO, J.A.; OLIVETTE, M.P.A.; SACHS, R.C.C. A evolução da agropecuária paulista e a implantação da legislação ambiental: impactos socioeconômicos e ambientais. **Informações Econômicas**, SP, v. 43, n. 4, jul./ago. 2013.

CASTRO, S.S.; ABDALA, K.; SILVA, A.A.; BÔRGES, V.M.S. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no Estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 1, 2010.

CENTURION, M.A.P.C.; GHINI, R. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças e o desenvolvimento da soja no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (editores) **Mudanças climáticas:** impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 331 p.

CHAZDON, R.L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics**, v. 6 (1–2), p. 51-71, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2015, Primeiro Levantamento**, Brasília, p. 1-41, 2015.

MORAES, A.F. **Avaliação de fatores econômicos que influenciam a oferta cafeeira na região nordeste do Estado de São Paulo no período de 1995 a 2015**. Dissertação (mestrado). Jaboticabal, 2017. 38 p.

DIAS-FILHO, M.B. **Recuperação de pastagens e segurança alimentar:** uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia. Bebedouro: Editora Scot Consultoria, 2013.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém/PA, Embrapa Amazônia Oriental (Documentos 402), 2014. 36 p.

DINIZ, S.S.; CÂMARA, M.R,G.; MASSAMBANI, M.O.; ANHESINI, J.A.R.; SESSO FILHO, U.A.. Analise espacial da produtividade da Laranja dos municípios do Estado de São Paulo: 2002 a 2010. In: 50° Congresso da SOBER. **Anais**[...], Vitória/ES, 2012.

ERPEN, L.; MUNIZ, F.R.; MORAES, T.S.; TAVANO, E.C.R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista IPecege**, v. 4, n. 1, p. 33-43, 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Biofuels and the sustainability challenge:** a global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks. Roma: Trade and Market Division, 2013. 188p.

FUNDAÇÃO SEADE. **PIB dos Municípios Paulistas:** 2002-2014. 2017. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/midia/2017/07/PIB_2002_2014_FINAL_reduzido.pdf>. Acesso em 20 jul. 2024.

FURTADO, A.T.; SCANDIFFIO, M.I.; CORTEZ, L.A.B. The Brazilian Sugarcane Innovation System. **Energy Policy**, v. 39, p. 156-166. 2011.

IPEA – Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada. **IPEADATA**. 2018. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em 10 jun. 2024.

GIRARDI, E.P. **Atlas da questão agrária brasileira**. 2017. Disponível em: <http://www.atlasbrasilagrario.com.br>. Acesso em: 28 de nov. 2023.

IMF – International Monetary Fund. **IMF Primary Commodity Prices**. 2014. Disponível em: <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GONDIM, R.S.; CASTRO, M.A.H.; EVANGELISTA, S.R.M.; TEIXEIRA, A.S.; FUCK JÚNIOR, S.C.F. Mudanças climáticas e impactos na necessidade hídrica das culturas perenes na Bacia do Jaguaribe, no Estado do Ceará. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1657-1664, 2009.

GRAU, H.R.; HERNÁNDEZ, M.E.; GUTIERREZ, J.; GASPARRI, N.I.; CASAVECCHIA, M.C.; FLORES-IVALDI, E.E.; PAOLINI, L. A. Peri-Urban Neotropical Forest Transition and its Consequences for Environmental Services. **Ecology and Society**, v.13, n.1, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**, 2007. Disponível em: <http://censos2007.ibge.gov.br/historia-censo-2007/censo-agropecuario>.

HECHT, S. Soybeans, development and conservation on the Amazon frontier. **Development and Change**, v. 36 (2), p. 375-404, 2005.

HECHT, S. The new rurality: Globalization, peasants and the paradoxes of landscapes. **Land Use Policy**, v. 27, n. 2, p. 161-169, 2010.

ITESP – Fundação Instituto de Terras do Estado de de São Paulo. **Assentamentos Rurais**. 2024. Disponível em:<https://www.itesp.sp.gov.br/?page_id=199>.

LANDAU, E.C.; CRUZ, R.K.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F.M.; GUIMARÃES, D.P. **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Documentos 146), 2012. 199 p.

JACOBI, P. Meio ambiente e sustentabilidade. In: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam. **O município do século XXI:** cenários e perspectivas. ed. especial. São Paulo, p. 175-184, 1999.

JAIN, M.; MONDAL, P.; DEFRIES, R.S.; SMALL, C.; GALFORD, G.L. Mapping cropping intensity of smallholder farms: A comparison of methods using multiple sensors. **Remote Sens. Environ.**, v. 134, p. 210–223, 2013.

LOPES, I.G.V.; ROCHA, D.P. Agricultura familiar: muitos produzem pouco. **Revista Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 30-35, 2005.

KLOOSTER, D. Forest transitions in Mexico: institutions and forests in a globalized countryside. **The Professional Geographer**, v. 55, n. 2, p. 227-237, 2003.

KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ Instituto Florestal, 2005. 200 p.

LOURENZANI, W.L.; CALDAS, M.M. Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1980-1987, 2014.

MARENGO, J.A. et al. **Climate change in central and South America:** recent trends, future projections, and impacts on regional agriculture. Working Paper nº 73. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. 2014. 93 p.

MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A.; SELUCHI, M.E.; CUARTAS, A.; ALVES, L.M.; MENDIONDO, E.M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, 2015.

MARIN, F.; NASSIF, D.S.P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 2, 2013.

MASSARI, C.A.; BELASQUE JÚNIOR, J. A campanha de erradicação do cancro cítrico no Estado de São Paulo – Situação atual e contaminação em viveiros. **Laranja**, v. 27, p. 41-55, 2006.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**,v.71, p.149-154, 2006.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Distribuição de Riqueza e Crescimento Econômico**. Edson Teófilo (org.) et al. Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural / Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável / Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000.

MELGES, A.M.C.; TAMBOSI, L.R.; IGARI, A.T.; AZEVEDO, T.N.; METZGER, J.P. Transição florestal no Estado de SP: artefato ou realidade? In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**[...], p. 1547-1554, 2011.

MOREIRA, M.A.; RUDORFF, B.F.T.; BARROS, M.A.; FARIA, V.G.C.; ADAMI, M. Geotecnologias para mapear lavouras de café nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1123-1135, Dec. 2010.

NASSAR, A.M.; RUDORFF, B.F.T; ANTONIAZZI, L.B.; AGUIAR, D.A.; BACCHI, M.R.P.; ADAMI, M. Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes. In: ZUURBIER, P. e VOOREN, J. V. (Org.). **Sugarcane Ethanol:** contributions to climate change mitigation and the environment. Laxenburg: Wageniguen Academic Publishers, p. 63-94, 2008.

NETO, C.C.N.; CLEMENTE, E.C. Análise da atuação do Programa Estadual de Microbacias em São Paulo em suas duas fases (I e II). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 27, p. 147-169, 2014.

NETTO, I. **Compromisso de Transparência CitrusBR**. Apostila Digital. 2016. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/download/Dados_processamento_safra2015-2016.pdf> Acesso em 02 de fev. 2017.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G. **Anuário da citricultura 2017**. São Paulo: CitrusBR2017. 57p.

OLIVEIRA, E.G.; FERREIRA, M.E.; ARAUJO, F.M. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 545-555, 2012.

OLIVEIRA, R.F.; ALVES, J.W.S. **Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente/CETESB: São Paulo: SMA, 2011. 88p.

OFORI, E.; KYEI-BAFFOUR, N. Selection processes of (changes in) land use and cropping patterns: Multiple cropping. **Applied Agrometeorology**, 4(26), p. 423–428, 2010.

PEROBELLI, F.S.; ALMEIDA, E.S.; ALVIM, M.I.S.A.; FERREIRA, P.G.C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova econ.**, Belo Horizonte , v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

PINO, F.A.; FRANCISCO, V.; TORRES, A.; LORENA NETO, B.; CASER, D.; BIRAL,

M. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo**. 4v. IEA/CATI/SAA. 1997.

PINO, F.A. Estatísticas agrícolas para o século XXI. **Agríc. São Paulo**, SP, 46(2): 71-105, 1999.

PINO, F.A. PROJETO LUPA: uma odisseia. **Informações Econômicas**, SP, v.30, n.11, nov. 2000.

PINO, F.A. Análise preliminar de um censo agropecuário: projeto LUPA no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 39, n. 7, p. 69-75, 2009.

PINTO, N.F.J.A.; OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F.T. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do milho no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (editores) **Mudanças climáticas:** impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 331 p.

PLANO ABC paulista. **Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Coordenação: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), 56p. 2016.

POZZA, E.A.; ALVES, M.C. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças fúngicas do cafeeiro no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (editores) **Mudanças climáticas:** impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 331 p.

PRADO JÚNIOR, C. **A questão agrária no Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 2000.

NAKATANI, P.; FALEIROS, R.N.; VARGAS, N.C. Histórico e os limites da reforma agrária na contemporaneidade brasileira. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 110, p. 213-240, 2012.

RAMOS, P. Propriedade, estrutura fundiária e desenvolvimento (rural). **Estudos avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p.141-156, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>.

RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A.; BRITO, M.C.W.; PAESE, A.; METZGER, J.P.; CASATTI, L.; NALON, M.A.; MENEZES, N.; IVANAUSKAS, N.M.; BOLZANI, V.; BONONI, V.L.R. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo, SP: Programa BIOTA/FAPESP e Secretaria do Meio Ambiente. 2008. 245 p.

RODRIGUES, M.A.; MENDES, G.M.; MORAES, M.L.; ARAÚJO, P.F.C. Eficiência técnica do setor canavieiro do estado de São Paulo. In: VIII Congresso da APDEA e o II Encontro Lusófono em Economia, Sociologia, Ambiente e Desenvolvimento Rural. **Anais**[...]. Coimbra/Portugal, p. 3325-3344. 2016.

RUDEL, T.K.; COOMES, O.; MORAN, E.; ACHARD, F.; ANGELSEN, A.; XU, J.;

LAMBIN, E. Forest transitions: towards a global understanding of the land use change. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 23–31, 2005.

RUDORFF, B.F.T.; AGUIAR, D.A.; SILVA, W.F.; SUGAWARA, L.M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M.A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**. 2010; 2(4):1057-1076.

SAVARY, S.; BREGAGLIO, S.; WILLOCQUET, L.; GUSTAFSON, D.; D'CROZ, D.M.; SPARKS, A.; CASTILLA, N.; DJURLE, A.; ALLINNE, C.; SHARMA, M.; ROSSI, V.; AMORIM, L.; BERGAMIN, A.; YUEN, J.; ESKER, P.; MCROBERTS, N.; AVELINO, J.; DUVEILLER, E.; KOO, J.; GARRETT, K. Crop health and its global impacts on the components of food security. **Food Security**, v. 9, n. 2, p. 311-327, 2017.

SCHLESENER, A.H.H.; FERNANDES, D.A. Os Conflitos Sociais no Campo e a Educação: a Questão Agrária no Brasil. **Cadernos de pesquisa:** Pensamento educacional, v. 10, n. 24, p. 131-148, 2017.

SCHMIDT, R.H. **Vantagem competitiva que cresce em árvore:** um estudo sobre integração vertical na cadeia de papel e celulose do Brasil. Tese (Doutorado). FGV: São Paulo, 2017.

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA,J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, Gráfica Prol, 2006. 415p.

SILVA, A.A.; MIZIARA, F. A expansão da fronteira agrícola e a localização das usinas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, UFG, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2011.

SILVA, R.F.B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E.F. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Science & Policy**. v. 74, p. 14-22. 2017.

SOARES, P.; SPOLADOR, H.F.S. Determinantes da eficiência técnica na agricultura: um estudo para as culturas de milho e soja do Estado de São Paulo. In: Anais do XLIV Encontro Nacional de Economia. **Anais**[...]. ANPEC, 2018.

SOUZA, P.M.; LIMA, J.E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da Federação. **Rev. Bras. Econ.**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 795-824, 2003.

STRAPASSON, A. The limits of bioenergy: a complex systems approach to land use dynamics and constraints. In: **Proceedings of the 59th Annual Meeting of the ISSS,** Berlin, Germany. 2015.

STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.

SUMMERS, P.M.; BROWDER, J.O.; PEDLOWSKI, M.A. Tropical forest management and silvicultural practices by small farmers in the Brazilian Amazon: recent farm-level evidence from Rondonia. **Forest Ecology and Management**, v. 192 (2–3), p. 161-177, 2004.

TARIFA, J.R. Alterações Climáticas Resultantes da Ocupação Agrícola no Brasil. **Revista**

do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH / USP, n.8, p. 15-27. 1994.
TEIXEIRA, D.C.; DANET, J.L.; EVEILLARD, S.; MARTINS, E.C.; JESUS JR., W.C.; YAMAMOTO, P.T.; LOPES, A.S.; BASSANEZI, R.B.; AYRES, A.J.; SAILLARD, C.; BOVÉ, J.M. Citrus hanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the 'Candidatus' Liberibacter species associated with the disease. Molecular and Cellular. **Probes**, v. 19, p. 173-179, 2005.
TORRES A.J. et al. (org). **Projeto Lupa 2007/08:** Censo agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: IEA: CATI: SAA, 381p. 2009.
VICENTE, J.R.; MARTINS, R. Produtividade, eficiência e relações de troca da agricultura paulista: 1995-2002. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 66-75, 2004.
WALKER, R. The scale of forest transition: Amazonia and the Atlantic forests of Brazil. **Applied Geography**, v.32, p. 12-20, 2012.
XIE, H.; LIU, G. Spatiotemporal differences and influencing factors of multiple cropping index in China during 1998–2012. **Journal of Geographical Sciences**, v. 25, n. 11, p. 1283-1297, 2015.



Rio Madeira/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

MODELOS DE PROCESSOS E SISTEMA HETERÁRQUICO EM OPERAÇÕES HUMANITÁRIAS

PROCESS MODELS AND HETERARCHICAL SYSTEM IN HUMANITARIAN OPERATIONS

MODELOS DE PROCESOS Y SISTEMA HETERÁRQUICO EN OPERACIONES HUMANITARIAS

MODÈLES DE PROCESSUS ET SYSTÈME HÉTÉRARCHIQUE DANS LES OPÉRATIONS HUMANITAIRES

Fabiana Santos Lima[1]

Felipe Eugenio Kich Gontijo[2]

Júlia Bromer[3]

1 Professora, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6673-1875. Email: fsantoslima1@gmail.com.

2 Professor, Grupo Coordenado de Ações em Riscos e Desastres, ESAG Escola Superior de Administração e Gerenciamento, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0324-680X. E-mail: felipe.gontijo@udesc.br.

3 Graduanda, Grupo Coordenado de Ações em Riscos e Desastres, ESAG Escola Superior de Administração e Gerenciamento, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). ORCID: https://orcid.org/0009-0007-2378-146X. E-mail: jubromer@gmail.com.

Introdução

Ambientes de socorro humanitário envolvem um grande número e variedade de atores, cada um com missão, interesses, capacidades e conhecimentos de logística diferentes. Embora os mecanismos de coordenação no domínio da gestão comercial da cadeia de abastecimento têm sido bem estudados, a coordenação em cadeias de ajuda humanitária ainda está muito incipiente. O uso de conceitos que focam aspectos comportamentais de uma organização adaptados às especificidades da cadeia de assistência e gestão humanitária, podem ser o diferencial para minimizar ações de improvisação e maximizar a eficiência e o tempo de resposta às situações de emergência. Segundo alguns pesquisadores (Blecken, 2010; Becker *et al*., 2000; Widera; Hellingrath, 2011) utilizar modelos de processos oferece uma série de benefícios para as organizações uma vez que melhoram a transparência e apoiam a harmonização das relações entre os departamentos. Também servem para reforçar as capacidades institucionais, a fim de gerenciar o seu crescimento.

Modelos de processos são usados principalmente em engenharia de software e segundo Becker *et al*. (2000), estão sendo utilizados também para fins organizacionais, como a reorganização do processo, a certificação, a atividade de planejamento de recursos humanos.

Poucos e recentes trabalhos relacionados à gestão de processos de emergências têm sido apresentados para as operações humanitárias e de gestão de resposta a desastres (Blecken, 2010; Widera; Hellingrath, 2011). Em geral, requerem diferentes abordagens de gerenciamento de processos (Franke *et al*., 2011). Para Van Wassenhouve e Tomasini (2009), é importante ter sistemas e processos nos locais que possam facilitar a colaboração entre os atores para manter altos níveis de eficiência no momento da resposta. Estes modelos apresentam vários benefícios, como por exemplo, colaboração e cooperação, bem como a otimização de processos.

Diante deste contexto pode ser observado que o crescimento da complexidade de sistemas de logística exige uma maior flexibilidade dos atores para se ajustarem a situações mutantes e frequentemente não previstas pelo modelo, podendo assim utilizar as três vias da flexibilidade: informação, capacitação e governança.

Também é importante trabalhar a sincronia entre os elos da cadeia e relacionar quanto este tempo influencia no gerenciamento da sincronização para garantir, por exemplo, a integração na cadeia logística de um produto ou serviço de uma empresa em relação à outra empresa.

Pode-se relacionar estes conceitos com a gestão em logística humanitária, como uma estrutura organizacional heterárquica que requer uma cooperação organizacional integrada, tendo como foco o funcionamento do todo, sendo esta a base de operacionalização da cadeia de suprimento.

> Heterarquia é uma estrutura organizacional em que cada entidade compartilha a mesma posição "horizontal" de poder e autoridade, nenhuma sendo subordinada a outra. A tomada de decisão é mútua e uma entidade pode atuar em colaboração com qualquer das entidades vizinhas, sem orientação ou autorização de uma entidade mestre (Duffie, 2008, p.7).

A heterarquia, em seu sentido ampliado, vai além de sistemas organizacionais descentralizados para englobar redes complexas de relações entre atores com diferentes níveis de poder. Segundo Havercroft *et al.* (2021), essa dinâmica relacional permite que estruturas heterárquicas se adaptem a contextos multifacetados, como operações humanitárias e crises internacionais, promovendo uma coordenação flexível e eficiente mesmo em cenários de alta incerteza.

A integração dos recursos e processos internos das organizações na cadeia de abastecimento melhora a agilidade da cadeia. Ainda nesta mesma linha de pesquisa, Schultz (2008) afirma que a falta de coordenação e cooperação entre as organizações humanitárias estão entre as questões mais críticas. Schultz (2008) investigou as sinergias e os tipos de benefícios que uma cooperação horizontal entre as organizações humanitárias possa produzir.

Reduzir o sofrimento das pessoas e acelerar a recuperação é um dos objetivos na gestão de desastres. Isto requer trabalhar com cenários que estão em constante mudança, ou seja, é necessário um sistema de gestão que consiga incorporar esta flexibilidade e busque no menor tempo possível desenvolver esta mudança de estado.

Segundo Franke *et al*. (2011), dois problemas de pesquisa para a coordenação entre diferentes organizações em cadeias de suprimentos humanitários e desastres foram identificados em pesquisas bibliográficas (Blecken 2010; Franke *et al*., 2010a; Franke *et al*., 2010b) sendo que o primeiro problema mostra a necessidade de que é preciso haver um terreno comum sobre as atividades e suas dependências e o segundo problema de pesquisa é que a coordenação deve ser adaptada ad hoc com base na situação e os esforços de coordenação (por exemplo, quem faz o quê) precisa ser comunicado ad hoc para qualquer das partes interessadas. Os autores descrevem estas abordagens e explicam como a integração de ambos pode levar a benefícios futuros.

Segundo Windt e Hülsmann (2007) a principal mudança que se aplica especialmente aos processos logísticos é a significativa redução de tempo para a mudança de estados, ou seja, o tempo entre dois estados diferentes de um sistema. Como consequência, existe uma mudança de paradigma: de controle centralizado em estruturas hierárquicas "não-inteligentes" para o controle descentralizado de estruturas heterárquicas "inteligentes" nos processos logísticos.

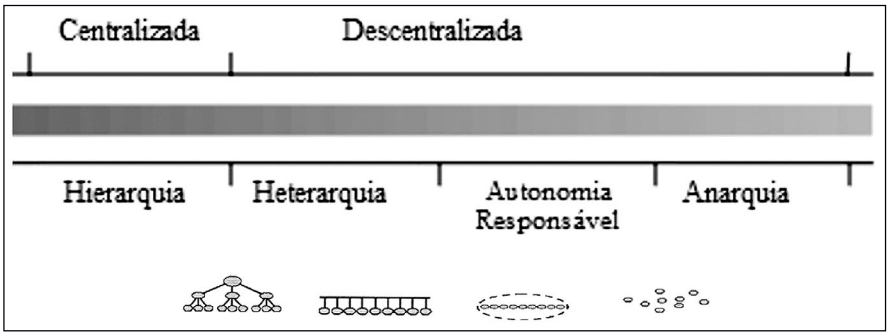
A colaboração limitada entre as organizações humanitárias dificulta o desenvolvimento eficiente e eficaz do processo. Trabalhar com cenários que estão em constante mudança exige um sistema de gestão flexível e que busque no menor tempo desenvolver uma mudança de

estado. Desta forma justifica-se a utilização de um controle descentralizado de estruturas heterárquicas "inteligentes" nos processos operacionais de logística humanitária.

As agências humanitárias precisam olhar para além da logística básica e usar a abordagem de gerenciamento da cadeia de suprimentos para coordenar os diferentes cenários envolvidos em uma operação de socorro. As técnicas de gerenciamento da cadeia de suprimentos podem ser mais comuns na área humanitária com o cruzamento de atividades e aproximação entre as agências.

Estruturas Organizacionais

Duffie (2008) apresenta uma relação entre as estruturas organizacionais e diferencia modelos centralizados de modelos descentralizados. A Figura 1 ilustra esta relação.



Fonte: Adaptado de Duffie (2008).

Figura 1. Modelos centralizados e descentralizados.

Na Figura 1 as seguintes definições são consideradas:

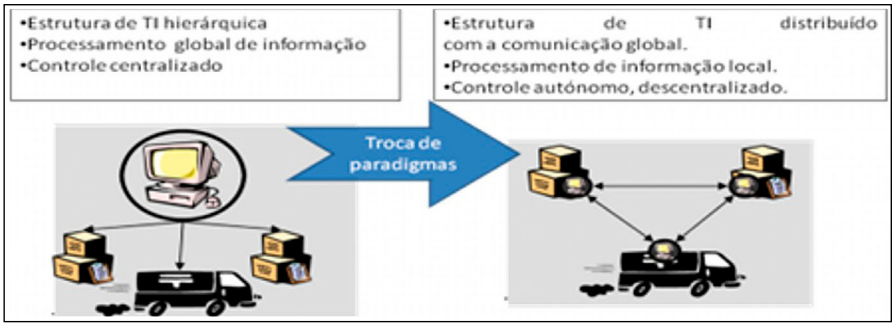
Anarquia: em uma anarquia não existe estrutura organizacional para tomada de decisões e cada entidade tem a absoluta liberdade para agir por conta própria;

Autonomia responsável: é uma estrutura organizacional em que cada entidade toma decisões de forma autónoma; no entanto, cada entidade é responsável pelo resultado das suas decisões;

Hierarquia: é uma estrutura organizacional em que cada entidade do sistema (exceto para uma entidade suprema) é subordinada a uma entidade mestre;

Heterarquia: é uma estrutura organizacional em que cada entidade compartilha a mesma posição "horizontal" de poder e autoridade, nenhuma sendo subordinada a outra. A tomada de decisão é mútua e uma entidade pode atuar em colaboração com qualquer das entidades vizinhas, sem orientação ou autorização de uma entidade mestre;

Na Figura 2 apresenta-se uma visão geral que referencia um processo hierárquico para heterárquico.



Fonte: Adaptado de Windt e Hülsmann (2007).

Figura 2. De Hierarquia para Heterarquia

Um sistema heterárquico é caracterizado pela ausência de uma entidade permanentemente dominante.

Em sistemas de produção autônoma, funções de decisão são deslocadas para objetos de logística, que são alinhados em uma estrutura organizacional heterárquica. Essas funções contêm tarefas de planejamento e controle, permitem objetos logísticos atribuir a sua progressão. O processo de decisão inclui a identificação e avaliação de alternativas de decisão com base em um sistema descentralizado onde o objetivo, a seleção, instrução e execução da melhor alternativa são avaliadas, bem como eventuais adaptações. A base para tomada de decisão é a capacidade de processamento de informações sobre a camada de sistema de informação.

Em sistemas de produção autônoma controlada, objetos de logística devem ser capazes de interagir uns com os outros, assim como para armazenar e processar dados. A camada do sistema de execução é caracterizada pela capacidade de execução de objetos de decisão logísticos.

Objetos de logística autônoma são capazes de medir o seu estado atual e reagir com flexibilidade a variáveis imprevisíveis, que influenciam a dinâmica. Mobilidade e alta flexibilidade dos recursos são outros critérios principais de controle autônomo dos sistemas de produção (Haasis *et al*., 2008).

Neste contexto pode-se verificar que um sistema descentralizado heterárquico pode trazer vários benefícios quando se trata de gestão de desastres, pois atender no menor tempo possível requer alta flexibilidade e autonomia, o que desencadeia uma mudança rápida de estado, a qual é possível em um sistema integrado de ações entre as pessoas de diferentes organizações.

Sistemas Heterárquicos na Gestão de Desastres em Organizações Governamentais

Desenvolver uma mudança de estado em organizações governamentais requer uma forte mudança de paradigmas. Na busca de um sistema descentralizado heterárquico em operações humanitárias governamentais, pode-se traçar uma analogia com o Sistema de Comando em Operações (SCO), utilizado pela Defesa Civil Nacional. O SCO é um sistema padrão para responder emergências e situações críticas e estruturar a forma de organização e gerenciamento de desastres. Deve-se ressaltar que o SCO não apresenta uma estrutura totalmente heterárquica, mas consegue-se identificar a integração no seu gerenciamento operacional o que pode se aproximar de uma estrutura organizacional heterárquica.

Com os avanços tecnológicos, a aplicação de ferramentas como inteligência artificial, blockchain e sensores IoT tem transformado profundamente as operações em sistemas heterárquicos. Conforme destacado por González-Varas Ibáñez (2020), essas tecnologias podem oferecer capacidades mais avançadas de coleta e análise de dados em tempo real, fortalecendo tanto a resiliência quanto a capacidade de resposta de redes organizacionais globais.

Conforme relatado no Guia de Campo do SCO, a correta utilização do SCO permite que pessoas de diferentes organizações se integrem rapidamente em uma estrutura de gerenciamento comum, facilitando a integração das comunicações e os fluxos de informações e melhorando os trabalhos de inteligência e de planejamento.

O SCO é uma ferramenta gerencial para comandar, controlar e coordenar as operações de resposta em situações críticas, fornecendo um meio de articular os esforços de agências individuais quando elas atuam com o objetivo comum de estabilizar uma situação crítica e proteger vidas, propriedades e o meio ambiente (CEPED, 2004).

Segundo o Guia de Campo o SCO deve ajudar a garantir: maior segurança para as equipes de resposta e demais envolvidos; o alcance dos objetivos e prioridades previamente estabelecidas; o uso eficiente e eficaz dos recursos (humanos, materiais, financeiros, tecnológicos e de informação) disponíveis.

> O SCO é baseado em uma ampla fundamentação teórica, aliada à experiência de centenas de eventos em vários países. Mais importante que a sua formalidade é a habilidade para colocar os princípios básicos em prática, monitorando e corrigindo as ações, quando perceber que algum dos problemas que foram estudados começa a dificultar a articulação dos recursos e objetivos de forma integrada (CEPED, 2004, p. 104).

As organizações que respondem às situações emergenciais, por exemplo, bombeiros, policiais, brigadas, exército, aeronáutica possuem sua própria maneira de atuar, com prioridades e objetivos, hierarquia definida, canais de comunicação estabelecidos e procedimentos para o uso de recursos, mas, em uma situação emergencial e crítica provavelmente terão que atuar

com outros órgãos, compartilhando objetivos, informações e recursos. Além disso, podem ter que desempenhar tarefas que não realizam normalmente, utilizar equipamentos novos, ou alterar os próprios procedimentos em prol de um objetivo comum.

Também é importante enfatizar que a utilização de objetos logísticos para a tomada de decisão, como por exemplo sensores de Identificação por Rádio Frequência (RFID - *Radio Frequency Identification*), comunicação sem fio, sistemas de posicionamento são facilitadores no processo de um sistema organizacional heterárquico, podendo assim promover a articulação dos recursos e objetivos de forma integrada.

Para desenvolver uma proposta referente a mudança de estrutura organizacional em organizações humanitárias governamentais, sugere-se a adaptação das atividades de operações logísticas propostas no SCO com o modelo de referência que foi desenvolvido para tarefas de gerenciamento da cadeia de suprimentos de emergência e pós-emergência para as organizações humanitárias (Blecken, 2010). O modelo de referência de tarefas (RTM - *Reference Task Model*) distingue as tarefas em uma cadeia de suprimentos humanitários ao longo da decomposição hierárquica do horizonte de planejamento (estratégico, tático e operacional) e uma divisão de acordo com a função (avaliação, aquisição, armazenagem e transporte). RTM é uma ferramenta que suporta a padronização das tarefas desempenhadas pela organização e seus parceiros humanitários na cadeia de abastecimento.

O RTM para ações humanitárias foi desenvolvido por meio de entrevistas e observações de campo, em colaboração com mais de 30 organizações humanitárias (principalmente *Medecins Sans Frontiers, World Vision, Action Medeor, and CARE International*). Assim, é de natureza eminentemente prático, refletindo as atividades do mundo real na gestão da cadeia de suprimentos humanitários. Como dito anteriormente, a agilidade na tomada de decisões das organizações humanitárias é um fator de grande importância para o desempenho das organizações humanitárias. Considera-se que a gestão de processos de negócios é uma abordagem centrada em processos que combina a tecnologia da informação (TI) e governança para melhorar o desempenho das organizações, e envolve a colaboração de pessoas de negócios e de TI como uma forma de permitir que os processos sejam transparentes e eficientes.

A integração do RTM no SCO pode auxiliar no desenvolvimento de um modelo de processos de operações humanitárias, configurado agora dentro do modelo heterárquico de gestão. Ao mesmo tempo, o processo de referência RTM pode figurar como um framework de modelagem adequada para o desenvolvimento das atividades propostas no SCO.

Nesse contexto, o papel das ferramentas digitais ganha destaque, especialmente no fortalecimento das redes heterárquicas. Plataformas de compartilhamento de informações e redes sociais emergem como recursos fundamentais para ampliar a conectividade entre os diversos atores envolvidos, possibilitando acesso rápido e eficiente a dados críticos. Essas tecnologias, essenciais para a tomada de decisão baseada em evidências, oferecem suporte indispensável em ambientes operacionais marcados por sua alta complexidade (Oliveira, 2018).

Além disso, a inovação tecnológica tem remodelado profundamente os sistemas organizacionais, tornando-os mais adaptáveis às exigências de um modelo heterárquico. Conforme explorado por Oliveira (2018), sistemas preditivos não apenas aumentam a eficiência operacional, mas também desempenham um papel crucial na mitigação de riscos em redes descentralizadas. Essas tecnologias promovem maior precisão nas análises e respostas, alinhando-se perfeitamente às necessidades de um sistema colaborativo de operações.

Um exemplo prático dessas dinâmicas pode ser observado na colaboração internacional em resposta a crises ambientais. Nesse cenário, atores locais, regionais e globais podem utilizar redes heterárquicas para alinhar objetivos e otimizar recursos disponíveis. Esse tipo de coordenação demonstra como a heterarquia oferece uma alternativa mais flexível e eficaz em comparação às estruturas hierárquicas tradicionais, assegurando respostas rápidas e eficientes mesmo em contextos de elevada imprevisibilidade (Oliveira, 2018).

Considerações Finais

Alguns conceitos de estruturas organizacionais heterárquicas e a utilização de modelos de processos referentes à gestão de desastres foram apresentados. Verificou-se que alguns princípios e práticas nos modelos de gestão de desastres apresentam relações inter-organizacionais o que contribui no processo de integração, justificando a adoção de uma estrutura organizacional heterárquica.

Ainda, conforme discutido por Oliveira (2018), as estruturas heterárquicas destacam-se por sua capacidade de integrar múltiplas instituições em um modelo de governança colaborativa. Isso é particularmente relevante em contextos de crise, onde a descentralização permite respostas mais ágeis e adaptações contínuas às mudanças nos cenários operacionais.

Estudos como o de Stark (2009), mencionado por Taylor (2016), demonstram como a heterarquia pode ser uma estrutura eficaz para suportar inovação e tecnologia em organizações com funções interdependentes ou descentralizadas. Esses princípios, embora originalmente aplicados ao contexto de sistemas de controle gerencial, são particularmente úteis para o SCO em contextos de gestão integrada de riscos e desastres (GIRD). O estudo evidencia que, em um modelo heterárquico, a integração de funções descentralizadas e interdependentes é facilitada por mecanismos que promovem colaboração, compartilhamento de informações e busca coletiva por soluções inovadoras.

Cabe, ainda, enfatizar que o tema da heterarquia no cenário da GIRD carece de maior atenção e aprofundamento na literatura científica. A busca realizada nas bases de dados: como Scielo e Scopus, revelaram uma quantidade insuficiente de artigos que abordam diretamente a temática. Os estudos encontrados, embora escassos, sugerem que a implementação de um modelo heterárquico que promova a harmonização de interesses mútuos dentro de um contexto democrático (González-Varas, 2020), pode trazer benefícios

significativos para "os tempos de crise". Portanto, tal cenário reforça a necessidade de ampliar as discussões e explorar diferentes abordagens que permitam uma aplicação mais efetiva e integrada desse modelo em práticas de gestão e resposta a desastres.

A contribuição científica deste artigo está em propor a ideia de desenvolver modelos de processos integrados para organizações governamentais envolvidas na gestão de desastres, alinhados a um modelo de atividade de referência. Embora os modelos não tenham sido efetivamente desenvolvidos, o artigo avança ao sugerir como a integração de recursos e processos internos, associada ao uso de tecnologias emergentes como RFID, sensores e comunicação sem fio, pode fortalecer a agilidade e eficiência da cadeia de abastecimento humanitária, além de fomentar a adoção de sistemas heterárquicos descentralizados para a coordenação logística.

A contribuição prática reside no estímulo à reflexão e à pesquisa aplicada no campo da gestão de desastres, fornecendo diretrizes preliminares que podem nortear o desenvolvimento futuro de soluções mais eficazes. Ao abordar a importância de sistemas descentralizados, padronizados e tecnologicamente avançados, o artigo apresenta insights para gestores e profissionais do setor, oferecendo um ponto de partida para iniciativas que busquem aprimorar a operacionalização de processos logísticos humanitários.

Referências

BLECKEN, A. **Humanitarian Logistics:** Modelling Supply Chain Processes of Humanitarian Organisations, Haupt Verlag. 2010.

BECKER, J.; ROSEMANN, M.; VON UTHMANN, C. Guidelines of business process modeling. In: VAN DER AALST; W.M.P., DESEL, J; OBERWEIS, A.(Eds), **Business Process Management:** Models, Techniques, and Empirical Studies, Springer, Berlin. 2000.

CEPED. **Capacitação em Defesa Civil**. Sistema de Comando em Operações. Apostila EAD, UFSC. 2004.

DEFESA CIVIL. **Site.** Disponível em: www.defesacivil.gov.br. Acesso em: 17 julho 2013.

DUFFIE, N. **Challenges in design of heterarchical controls for dynamic logistic systems**, Dynamics in Logistics, Berlin-Heidelberg: Springer, pag. 03-23. 2008.

FRANKE, J.; CHAROY, F.; ULMER, C. A Model for Temporal Coordination of Disaster Response Activities, **7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management**, Seattle,USA. 2010a.

FRANKE, J.; CHAROY, F.; ULMER, C. Coordination and Situational Awareness System for InterOrganizational Disaster Response, **10th IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security**, Boston, USA. 2010b.

FRANKE, J.; WIDERA, A.; CHAROY,F.; HELLINGRATH,B.; ULMER,C. Reference Process Models and Systems for Inter-organizational Ad-Hoc Coordination. **Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference** – Lisbon, Portugal, May 2011.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA. **Site.** Disponível em: www.cvb.org.br. Acesso em: 20 dez. 2012. 2007.

GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, ALEJANDRO. Globalización y nuevos actores en tiempos de crisis. **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 3, n. 60, p. 752-791, 2020. Disponível em: https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/5112/371373145.

HAASIS, H.D.; KREOWISKI, H.J.; SHOLZ-REITER, B. **Dynamics in Logistcs**, Berlin-Heidelberg: Springer, 2008.

HAVERCROFT, J., et al. (Eds.). **Heterarchy in World Politics**. Routledge. 2021. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=umidEAAAQBAJ

OLIVEIRA, D. **Proposta de um sistema de transporte dinâmico para situações de crise no modal rodoviário considerando os compromissos entre custo e risco de ruptura na rede** (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC. 2018.

SECRETARIA DE DEFESA CIVIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. (2000).

SCHULTZ, S.F. **Disaster Relief Logistics:** Benefits of and Impediments to Horizontal Cooperation between Humanitarian Organizations. Tese. Technischen Universität Berlin. 2008.

STARK, DAVID. **The sense of dissonance:** Accounts of worth in economic life. Princeton: Princeton University Press. 2009.

TAYLOR, DAVID. **Managing interdependent business functions to support innovation:** Management control system design and use in a heterarchy. Honours Thesis, UQ Business School, The University of Queensland. 2016.

VAN WASSENHOVE, L.N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. **Journal of the Operational Research Society**. 57, 475-498. 2006.

VAN WASSENHOVE, L.V.; TOMASINI, R. **Humanitarian logistics**. Insead Business Press. 2009.

VAN WASSENHOVE, L.V.; TOMASINI,R.; STAPLETON, O. **Corporate responses to humanitarian disasters** – the mutual benefits of private –humanitarian cooperation. Insead Business Press. 2008.

WIDERA, A.; HELLINGRATH, B. Improving Humanitarian Logistics - Towards A Tool-based Process Modeling Approach . In: **Proceedings of the Logistik management**. Bamberg, 273-295. 2011.

WINDT, K. E HÜLSMANN, M. **Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics:** The Impact of Autonomy on Management, Information, Communication and Material Flow Changing Paradigms in Logistics – Understanding the Shift from Conventional Control to Autonomous Cooperation and Control. 2007.

PROGRAMA DE ANÁLISE DA RESILIÊNCIA A DESASTRES: SINERGIAS INSTITUCIONAIS PARA IMPULSIONAR A MENTORIA E A CONSTRUÇÃO DE PLANOS LOCAIS DE RESILIÊNCIA

DISASTER RESILIENCE ANALYSIS PROGRAM: INSTITUTIONAL SYNERGIES TO FOSTER MENTORSHIP AND THE DEVELOPMENT OF LOCAL RESILIENCE PLANS

PROGRAMA DE ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA ANTE DESASTRES: SINERGIAS INSTITUCIONALES PARA IMPULSAR LA MENTORÍA Y LA CONSTRUCCIÓN DE PLANES LOCALES DE RESILIENCIA

PROGRAMME D'ANALYSE DE LA RÉSILIENCE AUX CATASTROPHES: SYNERGIES INSTITUTIONNELLES POUR STIMULER LE MENTORAT ET LA CONSTRUCTION DE PLANS LOCAUX DE RÉSILIENCE

Gislaine dos Santos[1]
Jordan Henrique de Souza[2]
Natália Boliano Gonçalves[3]

1 Doutora em Engenharia Civil. Professora na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Sua expertise inclui gestão pública com foco em resiliência urbana e educação. Coordena cursos de pós-graduação em Cidades Resilientes a Desastres, Escolas Resilientes e Educação para Redução do Risco de Desastres e lidera o programa de pesquisa "Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal", com foco na capacitação de gestores públicos e desenvolvimento de escolas e cidades resilientes. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7236-6007. E-mail: gislaine.santos@ufjf.br.
2 Doutor em Engenharia Civil. Professor na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Sua expertise inclui gestão pública com foco em defesa civil, sistematização de dados e integração de análise espacial. Coordena o curso de pós-graduação em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil e, também, participa da coordenação dos cursos de Pós-graduação em Cidades Resilientes a Desastres, Escolas Resilientes e Educação para Redução do Risco de Desastres. Além disso, lidera o Programa de Pesquisa "Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal", visando a capacitação de gestores públicos e o desenvolvimento de infraestruturas resilientes. ORCID: https://orcid.org/0009-0006-8018-7080. E-mail: jordan.souza@ufjf.br.
3 Graduanda de Engenharia Civil na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), bolsista de Iniciação Científica da Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa. Atua no projeto de Pesquisa "Abordagem Sistêmica do Risco de desastres no contexto de cidades resilientes". ORCID: https://orcid.org/0009-0005-9690-258X. E-mail: natalia.boliano@estudante.ufjf.br.

Introdução

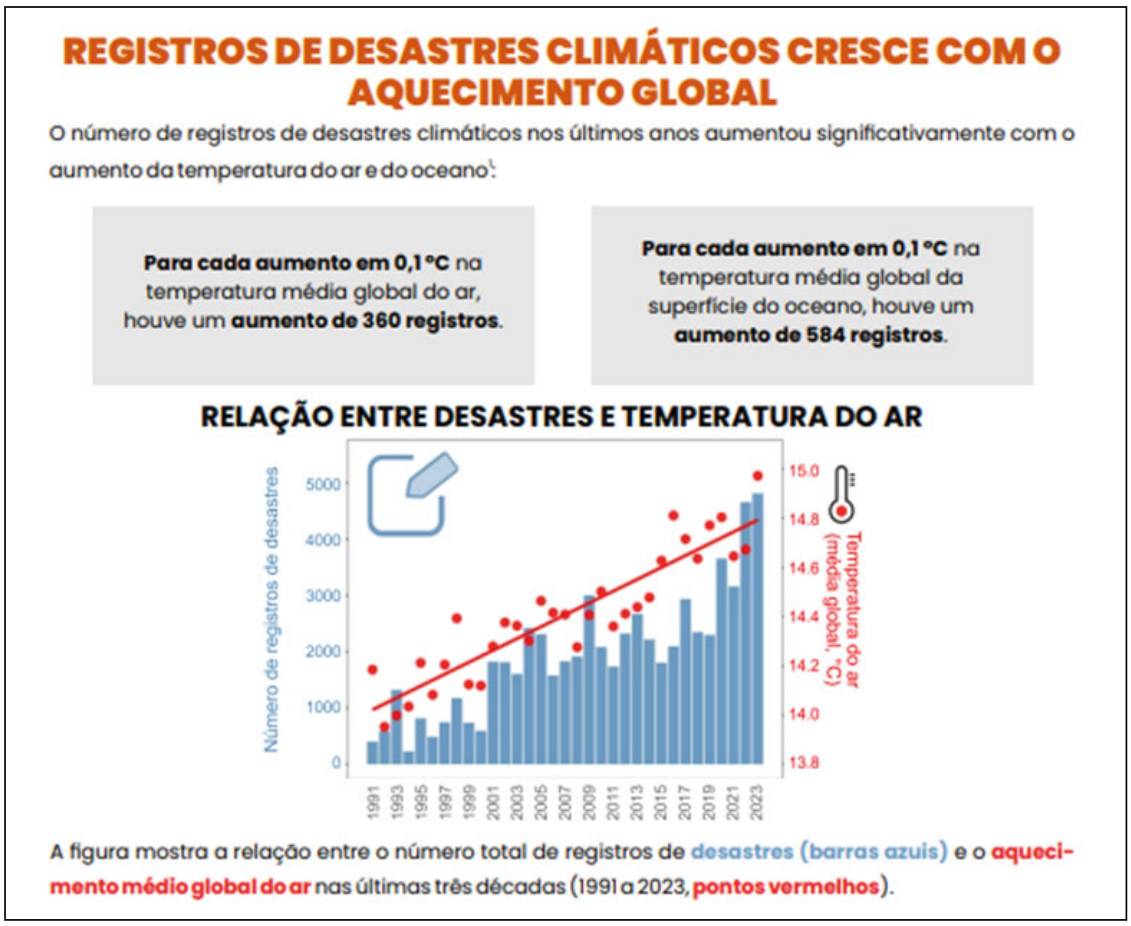
O aumento expressivo na ocorrência de eventos de perigo que resultam em desastres, em pequenas e grandes escalas, tem sido observado em todo o mundo. Nos últimos anos, situações que antes eram consideradas irreais ou impossíveis, foram vivenciadas por países em diferentes localidades. Um exemplo recente citado em uma matéria da CNN Brasil, que demonstra com clareza o impacto das mudanças climáticas, foi a ocorrência de ondas de calor prolongadas em um dos países mais frios do mundo, a Sibéria.

A CNN Brasil (2023) apresentou nesta matéria desastres ocasionados por eventos de perigo extremos, cuja explicação está diretamente relacionada às mudanças climáticas. A matéria apresenta a Iniciativa World Weather Attribution, onde um grupo de cientistas utiliza um método denominado "atribuição", observando o mundo real e paralelamente um mundo modelado sem aquecimento global. Segundo a CNN Brasil, a cidade siberiana Verkhoyansk registrou 38 graus Celsius, e temperaturas 5 graus acima da média durante o período de janeiro a junho.

Outro exemplo citado, que não só ilustra os impactos da mudança climáticas, mas evidencia as consequências em desastres, ocorreu nas províncias do Canadá. Registros de temperaturas de 49,6 graus Celsius desencadearam incêndios florestais e mortes de centenas de pessoas. Na reportagem é apresentada uma análise feita pelos cientistas da Iniciativa apura à CNN Brasil (2023) que seria "virtualmente impossível" sem as mudanças climáticas. Na Figura 1 são apresentados registros de desastres e sua relação com o aquecimento global.

Um estudo lançado pela Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2024), em parceria com a Unesco, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Fundação Grupo Boticário e coordenada pela Unifesp, apresentou um aumento de 250% dos desastres climáticos no Brasil durante o período dos anos de 2020 a 2023 (Agência Brasil, 2024). O estudo se baseou em dados públicos usando o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), unindo registros de 1991 até 2023, e, os dados de temperaturas oceânicas registradas pela agência europeia Copernicus, na plataforma Climate Reanalyzer.

No estudo foi utilizado para classificação dos eventos mencionados, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Importante ressaltar que atualmente, é identificada como classificação internacional o relatório elaborado pela UNDRR denominado Perfis de Informação de Perigos (HIPs), que compreende um total de 302 perfis. Este relatório consiste na revisão da Definição e Classificação de Perigos da UNDRRISC: Relatório técnico, alinhando a este documento o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e o Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas e a Agenda de Ação de Adis Abeba sobre Financiamento Sustentável.



Fonte: Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2024, p. 11).

Figura 1. Gráfico de Registros de Desastres Climáticos no Brasil.

A Figura 2 apresenta os dados recolhidos pelo estudo, classificando-os em grupos de desastres, subgrupos de desastres, número total de frequência e em porcentagem dos eventos registrados entre 1991 e 2023.

Um dos eventos de perigo mais registrados, e que trouxe consigo o cenário catastrófico do Rio Grande do Sul em 2024, são as chuvas intensas causando enchentes que bloqueiam cidades por inteiro. Este desastre afetou diretamente um estado brasileiro, resultando em perdas significativas, mortes e impacto nas contas públicas.

DADOS SOBRE OS GRUPOS E TIPOLOGIAS DE DESASTRES CLIMÁTICOS REGISTRADOS DE 1991 A 2023.

GRUPOS DE DESASTRES	SUBGRUPO DE DESASTRES	FREQUÊNCIA DE REGISTROS	%
Climatológico	Seca (estiagem, seca, incêndio florestal, baixa umidade do ar)	32.010	49,80
Hidrológico	Enxurradas	9.320	14,50
	Inundações	6.030	9,38
	Alagamentos	1.744	2,71
Meteorológico	Tempestades (chuvas intensas, granizo, tornados, tempestade de raios, vendavais)	12.344	19,20
	Temperaturas extremas (ondas de calor, ondas de frio)	256	0,40
	Sistemas de grande escala/Escala regional (ciclones - ventos costeiros e ressacas, e Frentes frias)	174	0,27
Geológico	Movimento de massa (deslizamentos, corridas de massa, quedas, tombamentos e rolamentos)	1.464	2,28
	Erosão (erosão costeira, erosão de margem fluvial, erosão continental)	597	0,93
	Terremoto (tremor de terra, tsunami)	71	0,11
Biológico	Epidemias	180	0,28
	Infestações / Pragas	46	0,07

A descrição dos códigos COBRADE para cada tipo de desastre pode ser acessada ***aqui***

Fonte: Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2024, p. 10).

Figura 2. Dados sobre os grupos e tipologias registradas.

Segundo a plataforma de notícias g1 (2024) "O custo desses danos no Brasil entre 1995 e 2023 foi estimado em cerca R$ 547,2 bilhões". Muito longe de destacar o impacto financeiro de desastres nas contas públicas, a informação trazida aqui fornece um ponto de vista para a inexistência de políticas públicas que possuem efeito expressivo na redução do risco de desastres no Brasil. Todo esse cenário elucida a urgência nas ações de redução do risco de desastres, seja mundialmente através das grandes organizações, seja nacionalmente com os governos pátrios, ou localmente com os governos locais das cidades.

Analisando as diretrizes lançadas por grandes organizações globais, projetos e inovações criadas para que este tema seja tratado com a devida importância e seriedade, foi verificado que há uma enorme lacuna na implementação de políticas públicas locais de gestão de risco por municípios. A falta de orientações coordenadas que tratem as especificidades locais de cada município, colocam os governos locais em posição de responsabilização dos governos federais e agências públicas ou globais por enfrentar o tema e agir sobre a mitigação.

Tendo identificado essa lacuna, uma equipe de professores da UFJF estabeleceu contato com o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (United Nations Office for Disaster Risk Reduction), responsável pela Iniciativa Construindo

Cidades Resilientes (MCR2030 - Making Cities Resilient). A partir desse contato, a UFJF passou a atuar no incentivo ao conhecimento e na capacitação do potencial local, entendendo que esse apoio é essencial para que os municípios assumam o protagonismo de sua jornada rumo à resiliência. O objetivo é auxiliar na identificação de desafios, na compreensão do contexto específico de cada localidade e no planejamento de ações estratégicas para reduzir riscos e aumentar a segurança das cidades.

Com a identificação do problema da dificuldade dos governos locais em aplicar as ferramentas e promover a análise a nível local para desenvolverem seus planos de ação, a equipe de professores da UFJF se dedicou em sistematizar o conhecimento e bases fornecidos pela UNDRR. Assim, iniciou-se uma sinergia entre as partes em 2020 com o intuito de impulsionar a implementação a nível local da cultura de gestão e planejamento para resiliência a desastres.

Todos os trabalhos realizados foram desenvolvidos para capacitar gestores municipais, promovendo educação e formação adequadas para intervirem na realidade social, política e econômica, principalmente nas temáticas de redução de riscos de desastres, defesa civil e promoção da resiliência urbana. Um dos aspectos fundamentais a destacar foi a adaptação de diretrizes globais ao contexto local, garantindo que estratégias e políticas fossem implementadas de maneira eficaz e alinhadas às necessidades específicas dos municípios.

As ações desenvolvidas também buscam fortalecer a implementação do Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres, com destaque para a Meta E, que visa aumentar substancialmente o número de países com estratégias nacionais e locais de redução do risco de desastres. Dessa forma, os trabalhos contribuíram diretamente para aumentar a capacidade dos gestores municipais nas análises da capacidade resiliente visando a estruturação dos Planos Locais de Resiliência, alinhando-se a compromissos internacionais.

Além disso, a Iniciativa MCR2030 está diretamente relacionada ao cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que busca tornar as cidades e assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, reforçando a necessidade de planejamento urbano voltado para a mitigação e adaptação a desastres.

Dando continuidade a esses esforços, a equipe da UFJF teve um papel crucial na tradução para o Português-BR dos Scorecards, facilitando o acesso a essas ferramentas fundamentais disponibilizadas gratuitamente pelo UNDRR para uma análise da capacidade resiliente a desastres do município. Esta contribuição é parte de um conjunto mais amplo de recursos de autoavaliação desenvolvidos pelo Escritório da ONU (Organização das Nações Unidas), que inclui também a produção de manuais e a realização de cursos de curta duração (60 horas), destinados a disseminar a Iniciativa MCR2030 e instruir sobre o uso dos Scorecards na elaboração de Planos Locais de Resiliência.

Adicionalmente, foram ofertados cursos de curta duração online gratuitos em Português-BR sobre a iniciativa e os Scorecards relacionadas, visando capacitar gestores públicos e servidores em temáticas de gestão pública, defesa civil e resiliência a desastres.

Esses esforços resultaram no desenvolvimento do "Programa de Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal", que incluiu um curso de pós-graduação em Cidades Resilientes a Desastres voltado para capacitar os profissionais do município a liderarem a construção do Plano Local de Resiliência.

O Programa foi fundamentado em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), unindo o conhecimento adquirido durante a parceria intermediada pelo Centro de Inovação Tecnológica da UFJF (CRITT) e o município selecionado. Assim, foi desenvolvido um projeto de amplo alcance no que se diz respeito a análise do contexto municipal e criação de ações realistas e alcançáveis para promoção da redução do risco de desastres. Este programa concentra as orientações globais refinando as abordagens para enquadramento no contexto municipal, a partir da aplicação das metodologias e Scorecards da Iniciativa MCR2030 no contexto Brasil.

Desafios Locais e Respostas Globais

Como evidenciado pelo aumento significativo de desastres no território brasileiro, muitos municípios do país ainda não conseguem demonstrar na prática um compromisso eficaz com a implementação de medidas voltadas para a Redução do Risco de Desastres e aumento da capacidade resiliente. Segundo Accioly (2024), entre 2012 e 2023 houve uma redução na aplicação dos recursos destinados ao programa de Gestão de Riscos e Desastres da Defesa Civil, em torno de 35,5% dos valores. A aplicação para ações de resposta, recuperação e prevenção foi de apenas 64,5% do total.

A falta de investimento diretamente em áreas de gestão de risco cria barreiras para que municípios desenvolvam sua capacidade de recuperação e resposta. Quando essa desvantagem de investimentos federais se soma à baixa prioridade atribuída ao tema na gestão municipal, a questão torna-se secundária dentro das administrações locais, dificultando a implementação de políticas. Na matéria apresentada pelo Senado, o PhD na área de Gerenciamento de Riscos e Segurança, engenheiro e pesquisador Gerardo Portela evidência:

> Isso mostra que não há um entendimento das autoridades sobre o grau de severidade desses fenômenos. Ou seja, o quão eles podem ser letais para as vidas humanas, assim como para o meio ambiente como um todo. A percepção de risco no Brasil não é algo muito desenvolvido culturalmente. Nossa cultura de segurança ainda é muito primitiva. Por não percebermos a gravidade da situação, muitas vezes deixamos de investir aquilo que já não é muito e deixamos de avançar nas salvaguardas para esse tipo de fenômeno (Portela, 2024).

Diante desse cenário em que os municípios brasileiros enfrentam desafios na gestão de riscos e desastres, a Iniciativa MCR2030 surge como uma alternativa eficaz para oferecer suporte estratégico e orientação ao longo desse processo.

Segundo a UNDRR ([s.d]b):

> *Making Cities Resilient* 2030 (MCR2030) é uma iniciativa única entre partes interessadas para melhorar a resiliência local por meio de advocacy, compartilhamento de conhecimento e experiências, estabelecimento de redes de aprendizagem de cidade para cidade que se reforçam mutuamente, injeção de conhecimento técnico, conexão de múltiplas camadas de governo e construção de parcerias (UNDRR, [s.d]b).

Segundo a UNDRR ([s.r]c), até janeiro de 2025, a Iniciativa conta com 1.783 cidades participantes, distribuídas em 91 países. Esses dados são apresentados por uma plataforma em formato dashboard próprio da Iniciativa MCR2030, e são atualizados instantaneamente.

A MCR2030 possui um roteiro de três etapas para a resiliência urbana e fornece Socrecards (ferramentas) de aplicação para a autoavaliação da resiliência, monitoramento e relatórios. A Figura 3 apresenta as capas ilustrativas dos Scorecards. As etapas para a resiliência urbana baseiam a abordagem tratada na Iniciativa na forma em que orienta as cidades na melhoria da resiliência. São eles: Etapa A - As cidades sabem melhor, Etapa B - As cidades planejam melhor e Etapa C - As cidades implementam melhor (UNDRR, [s.r]a).

Toda essa abordagem possui flexibilidade diante do interesse e objetivo que o município manifesta para aderir à Iniciativa, e é em cada etapa que se encontram os materiais necessários a cada objetivo. Os elementos chave de aplicação para contextualizar os municípios são os Scorecards de Resiliência a Desastres para Cidades. Estruturadas em torno dos "Dez Princípios" para tornar Cidades Resilientes da UNDRR, cada ferramenta (Scorecards) analisa as respostas e entradas que os membros do município inserem, fornecendo ilustrações gráficas dos níveis de risco, vulnerabilidade e resposta frente a eventos de perigo em que o município está submetido.



Fonte: UNDRR ([s.d]b).

Figura 3. Capas das Ferramentas de Autoavaliação da Resiliência Níveis Preliminar e Detalhado.

Os Scorecards possuem dois níveis: preliminar e detalhado, onde a primeira versão apresenta questões objetivas e gerais para uma contextualização geral, e a segunda versão possui abordagem multissetorial de forma refinada. Para a utilização na construção de um plano de ação, a ferramenta detalhada é a mais indicada para estratégias mais pontuais diante das respostas apresentadas. Além dos Scorecards, e seus Adendos (Ferramentas de autoavaliação de setores municipais), a UNDRR fornece uma ferramenta que identifica para cada perigo em que o município está susceptível nos cenários de risco "mais prováveis" e "mais graves", denominada Ferramenta de Avaliação Rápida de Risco (Quick Risk Estimation Tool – QRE) (Figura 4).



Fonte: UNDRR ([s.d]b).

Figura 4. Ferramenta de Avaliação (Estimativa Rápida de Risco).

A QRE possui estrutura única, com classificação de perigos, estresses e choques, condiciona os setores municipais a uma avaliação de ameaça e exposição determinando a vulnerabilidade de cada um, e para a interpretação dos dados obtidos a própria estrutura conta com abas de instruções, glossário e matriz de risco.

Os resultados dessa aplicação fornecem respostas para que os municípios avaliem fundamentalmente suas realidades, de forma a entender como cada parte está inserida no contexto da resiliência e como, onde e de que forma intervir para a melhoria da sua situação. Além disso, as análises produzidas a partir daí fornecem os direcionamentos para embasar os pilares que irão estruturar o Plano Local de Resiliência, produto principal do Programa.

Considerando a necessidade de apresentar uma estrutura de um Plano Local de Resiliência para compor a capacitação na pós-graduação, foi desenvolvida uma proposta de estrutura mínima que contava com informações cruciais para entendimento, implementações de medidas e monitoramento. Com esse objetivo, a equipe técnica da UFJF realizou pesquisas e análises prévias de planos e documentos produzidos e publicados mundialmente.

Foram identificados e analisados, por meio de pesquisa online comparativa, um total de 84 planos ou documentos, datados entre 2016 e 2024. Esses documentos, disponibilizados para acesso público, estavam alinhados à proposta de fortalecimento da resiliência local em municípios. A pesquisa teve como objetivo identificar documentos que apresentassem, em sua estrutura, práticas e critérios de eficácia, com ênfase na qualidade da análise diagnóstica, na participação da sociedade civil e na definição de metas mensuráveis e indicadores para um plano municipal voltado à resiliência e à redução do risco de desastres.

O foco foi identificar estratégias pontuais de vários planos que pudessem refletir ações importantes e realistas em contexto de análise da resiliência urbana. Assim, documentos como os de Melbourne, Austrália (City of Melbourne, 2016), se destacaram pela precisão na identificação de vulnerabilidades climáticas, enquanto Glasgow, no Reino Unido (Glasgow City Council, 2015), integram plataformas abertas para o monitoramento de indicadores. A análise também ressaltou o impacto de metas claras, como no caso de Nova York (City of New York, 2015), que vincula objetivos ambientais a indicadores específicos, permitindo ajustes com base em resultados concretos.

Entre os planos avaliados, 10 estratégias se destacaram relevantes para consideramos numa estrutura mínima de PLR, incluindo as aplicadas em Melbourne, Nova York e Glasgow. O Quadro 1 apresenta os destaques e as áreas de estratégias selecionadas para serem estudadas e implementadas na estrutura mínima. Na análise utilizou-se ferramentas como Excel e PowerBI para identificar e ilustrar convergências entre os planos, consolidando elementos essenciais para a adaptação de estratégias comprovadas à realidade brasileira.

Quadro 1. Estratégias locais de destaque em Planos ou documentos no contexto da resiliência urbana.

Estratégia	Localidade	Destaque em Planos/ Documentos	Referência
Apresentação	Estados Unidos – New Orleans	Utilização de mapas e ilustrações.	City of New Orleans, 2015
	Porto Rico – San Juan	Organização e direcionamento de conteúdo.	San Juan, 2018
	Reino Unido – Bristol	Detalhamento e refinamento de informações.	Bristol, 2016
Ações	Austrália – Melbourne	Mapeamento de vulnerabilidades climáticas.	City of Melbourne, 2016
	Colômbia – Cali	Melhoria da infraestrutura urbana já constituída.	Santiago de Cali, 2016
	México – Ciudad Juárez	Ações de adaptação climática	Juárez, 2016
	Estados Unidos – New York	Ações de redução da poluição por veículos.	City of New York, 2015
Monitoramento	Índia – Chennai	Ferramentas de observação de tendências a longo prazo.	Chennai, 2019
	Georgia – Tbilisi	Portal de monitoramento da qualidade do ar.	Tbilisi, 2019
	Reino Unido – Glasgow	Plataforma de acompanhamento das ações.	Glasgow, 2015

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa análise forneceu diretrizes de estratégias bases para fortalecer a resiliência municipal e aprimorar a capacidade de resposta a desastres. Assim, partindo dessa prática global na discussão de planejamento local foi possível propor dentro do curso de Pós-graduação em "Cidades Resilientes a Desastres" uma estrutura mínima que agregava as experiencias dos professores envolvidos com o Programa da UFJF com apoio técnico do UNDRR.

O Programa de Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal

A equipe técnica da UFJF foi formada por professores multiprofissionais com experiências diversas em gestão pública, defesa civil, saúde coletiva, epidemiologia, geotecnia e gestão de recursos hídricos. O Programa teve a participação de 7 professores doutores da UFJF, e apoio de discentes pertencentes a atividades de Pesquisa e Extensão alinhadas ao Programa. Inicialmente, o objetivo da criação do Programa dispõe a integração entre ciência e prática local, com os conhecimentos adquiridos pela equipe técnica da UFJF produzindo conteúdos práticos e planejando a aplicação em municípios.

Após o desenvolvimento da proposta do Programa, a equipe de elaboração do projeto apresentou ao Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFJF (CRITT), que iniciou as tratativas para produção do edital de chamamento público na seleção de duas prefeituras interessadas a integrarem o Programa.

Um chamamento público é um procedimento administrativo utilizado pela administração pública para convocar particulares em participação de determinado projeto, programa ou parceria (Secretaria Nacional de Políticas Penais, 2024). Funciona como uma espécie de edital, no qual são determinantes as regras e os critérios para a seleção de propostas ou adesão de participantes. Essa prática visa garantir, ampla concorrência e seleção com base em critérios técnicos e objetivos.

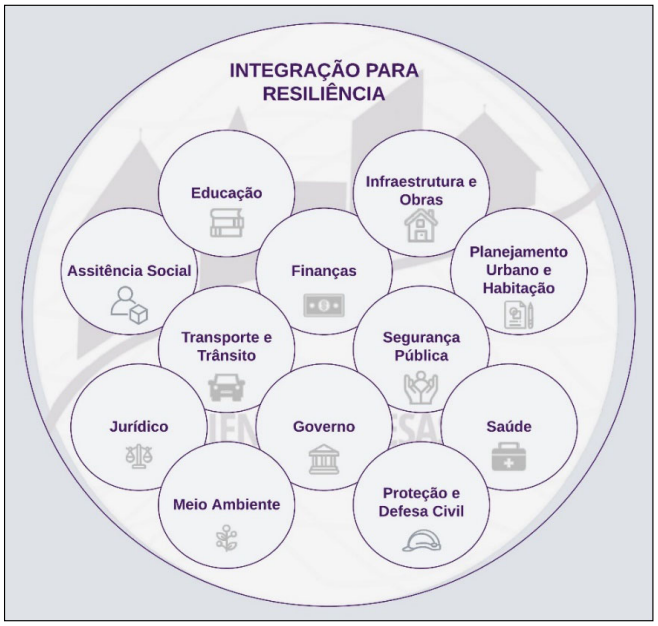
Para participar do chamamento público, o município apresentou documentos técnicos que comprovavam a qualificação dos membros envolvidos, incluindo servidores da prefeitura. O edital solicitava a indicação de informações sobre a estrutura organizacional, o fornecimento de dados existentes, como planos e relatórios, e a indicação de servidores interessados em participar do programa. A avaliação considerava a maturidade institucional, analisando a disponibilidade dos dados e a estrutura organizacional, além da adequação dos servidores indicados. Era verificado se possuíam os requisitos mínimos, como graduação e atuação alinhada às áreas estratégicas, conforme a proporcionalidade estabelecida no edital.

A cooperação previa cessão de dados e a alocação de 10 horas semanais na carga horária do servidor para desenvolver estudos sobre o município dentro das disciplinas da pós-graduação, culminando na elaboração do Plano Local de Resiliência (PLR). Esse modelo garantiu integração entre conhecimento acadêmico e realidade municipal, fortalecendo a capacitação dos envolvidos.

Após a seleção dos municípios o programa investiu no desenvolvimento técnico de servidores municipais, oferecendo formação em nível curta duração (60h) e na sequência

o de pós-graduação, com foco em áreas-chave, definidas por meio do Edital, destes servidores. As áreas de atuação dos servidores, selecionadas como parte essencial da composição da equipe técnica, são apresentadas na Figura 5. A indicação das 12 áreas estratégicas surgiu com intuito de propor ao município uma reflexão e indicação de profissionais relacionados com a estrutura organizacional implementada e que convergem com as conexões provenientes do risco sistêmico que impacta o território.

A escolha pela determinação de áreas de atuação dos servidores selecionados é parte estratégica para a produção do elemento fundamental deste Programa, o Plano Local de Resiliência (PLR). A partir desta distribuição é possível praticar a multidisciplinaridade das ações projetadas para o aumento da resiliência municipal. Nese sentido, foram disponibilizadas 24 vagas em um curso de pós-graduação lato sensu para cada prefeitura selecionada, totalizando 48 vagas no programa, garantindo a formação técnica individual de cada servidor municipal municipais. Toda a proposta do Programa foi estruturada em três partes principais: Introdução, Capacitação e Plano Local de Resiliência.



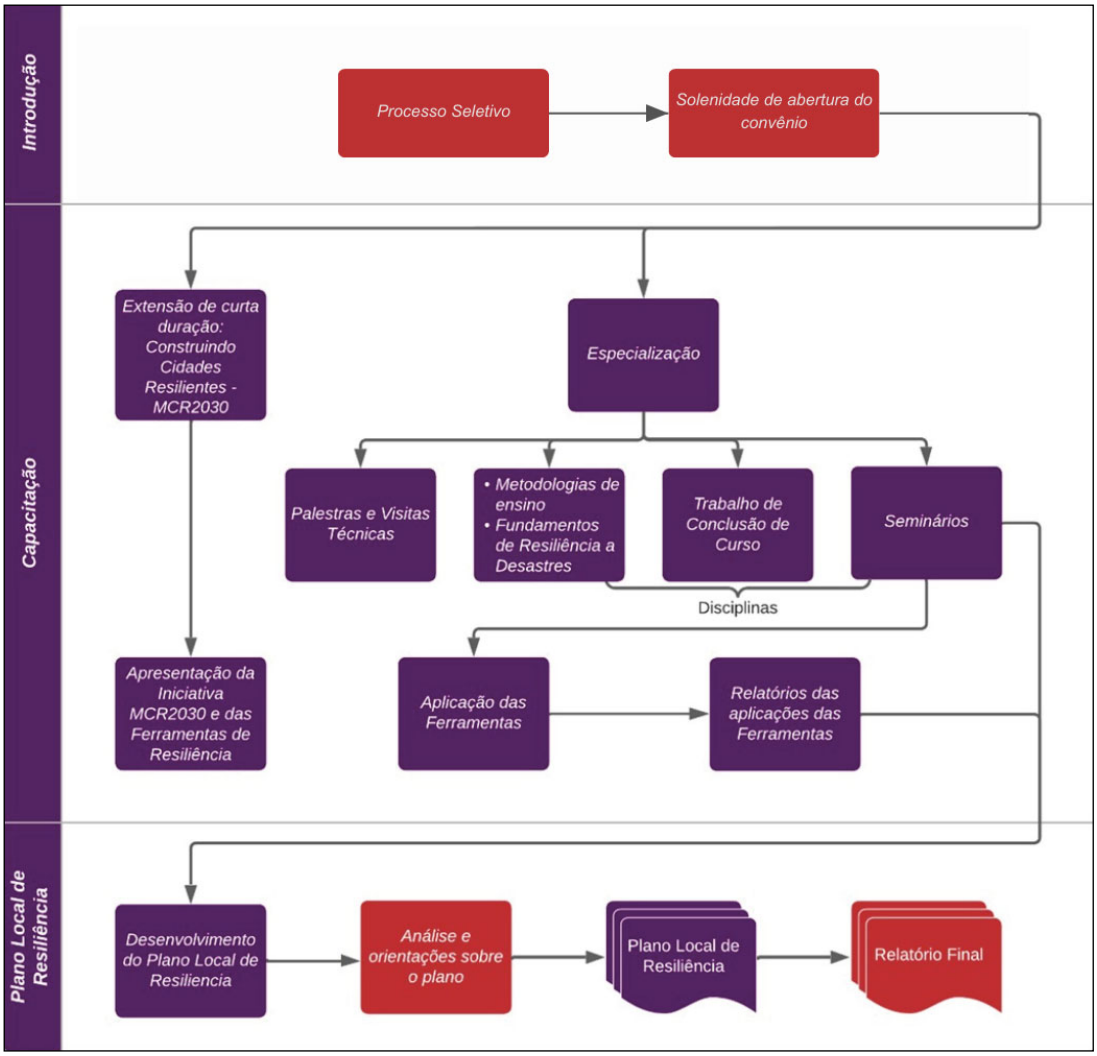
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Áreas estratégicas servidores.

Na parte inicial do Programa, denominada Introdução, foram descritas as principais etapas relacionadas à criação da proposta, a qual foi desenvolvida por um corpo técnico composto por professores da UFJF em colaboração com o CRITT, além dos trâmites envolvidos no Processo Seletivo e na organização da Solenidade de Abertura, que marcaram os primeiros passos para a implementação da iniciativa. Para a Solenidade, foi realizado um evento no campus da UFJF, reunindo representantes das instituições parceiras e apoiadoras, bem como das Prefeituras selecionadas, promovendo a integração entre os envolvidos no Programa. (UNDRR, 2024).

O curso de extensão "Construindo Cidades Resilientes – MCR2030" da UFJF foi oferecido aos municípios selecionados para ambientar os servidores nos temas abordados na pós-graduação. Com 60 horas de carga horária, o curso é organizado em 5 módulos, focando na Iniciativa MCR2030, aplicação das Ferramentas e diretrizes do PLR.

Na Figura 6 essa distribuição pode ser verificada com a identificação de quais atividades são de responsabilidade da equipe técnica da UFJF em vermelho, e quais são atribuição do município, em roxo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Fluxograma da estrutura colaborativa do Programa.

Na atividade de pós-graduação "Cidades Resilientes a Desastres", incorporada ao Programa, os servidores indicados pelo prefeito dos municípios selecionados se tornaram discentes da UFJF. O conteúdo programático abordou questões aprofundadas do gerenciamento de risco, dimensionados em 8 disciplinas incluindo o Trabalho de Conclusão de Curso, requisito obrigatório para a formação dos especialistas. Diferentemente do curso de extensão, a pós-graduação foi dimensionada em 360 horas, tratando da apresentação,

aplicação e avaliação dos conteúdos necessários para a promoção da resiliência urbana local. O conteúdo programático das disciplinas e carga horária estão indicadas no Quadro 2.

Todo o conteúdo aplicado no curso de especialização, além das aulas ministradas e avaliação dos discentes foram feitas por uma equipe de professores da UFJF, de diferentes cursos, consistindo em uma equipe multidisciplinar. Ao todo a equipe contou com 13 professores da UFJF, sendo 7 desses professores alocados no programa e envolvidos desde a criação do Programa, capacitação, mentoria até a análise final do PLR.

Quadro 2. Disciplinas e conteúdo programático da Pós-graduação Cidades Resilientes a Desastres.

Conteúdo Programático
Metodologia do Ensino à distância (10h) Capacitar os alunos a desenvolverem habilidades e competências específicas para o ensino e aprendizagem online.
Metodologia da Pesquisa (20h) Fornece aos alunos as ferramentas e técnicas necessárias para realizar pesquisas de qualidade e relevância na área da resiliência a desastres.
Fundamentos da Resiliência a Desastres (90h) Apresenta as bases teóricas e práticas necessárias para entender os conceitos e processos envolvidos na construção de cidades mais resilientes diante de eventos extremos
Seminário de Avaliação de Riscos (60h) Fornece aos alunos as ferramentas e habilidades necessárias para identificar, avaliar e gerenciar os riscos associados a desastres de múltiplas tipologias. Utiliza os estudos de caso do município e aplicação da Ferramenta de Análise Rápida de Riscos - ARR (QRE).
Seminário de Autoavaliação da Resiliência (60h) Fornece aos alunos as ferramentas e habilidades necessárias para avaliar a resiliência do município em relação a desastres de múltiplas tipologias. Através da análise dos sistemas de alerta, resposta e recuperação, e aplicação da Ferramenta de Autoavaliação da Resiliência - Nível Detalhado.
Seminário de Autoavaliação da Resiliência em Saúde Pública (60h) Fornece aos alunos as habilidades necessárias para avaliar a capacidade do município em lidar com emergências de saúde pública. Através da análise dos sistemas de vigilância epidemiológica, resposta rápida e recuperação, e aplicação da Ferramenta da Autoavaliação da Resiliência Local: Adendo da Saúde Pública.
Seminário de Elaboração do Plano Local de Resiliência (60h) Permite que os alunos adquiram as habilidades necessárias para desenvolver um plano de resiliência eficaz no contexto municipal, avaliando as vulnerabilidades locais, definindo objetivos e estratégias, priorizando ações e envolver a comunidade na elaboração do plano.
Trabalho de Conclusão de Curso Permite que os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos ao longo do curso na elaboração de um projeto prático voltado para a promoção da resiliência em suas próprias cidades. Contribui para o desenvolvimento de ações efetivas de resiliência, visando a minimização dos efeitos negativos dos desastres.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A terceira etapa dimensionada para as atividades é uma parte essencial da aplicação prática dos conteúdos elaborados durante a pós-graduação, a elaboração e composição do Plano Local de Resiliência. O PLR é um documento estratégico e público que desempenha

um papel central na redução do risco de desastres nos municípios. Ele foi concebido como uma ferramenta prática para planejar, organizar e implementar ações que aumentem a capacidade de resposta e adaptação das comunidades diante de eventos adversos.

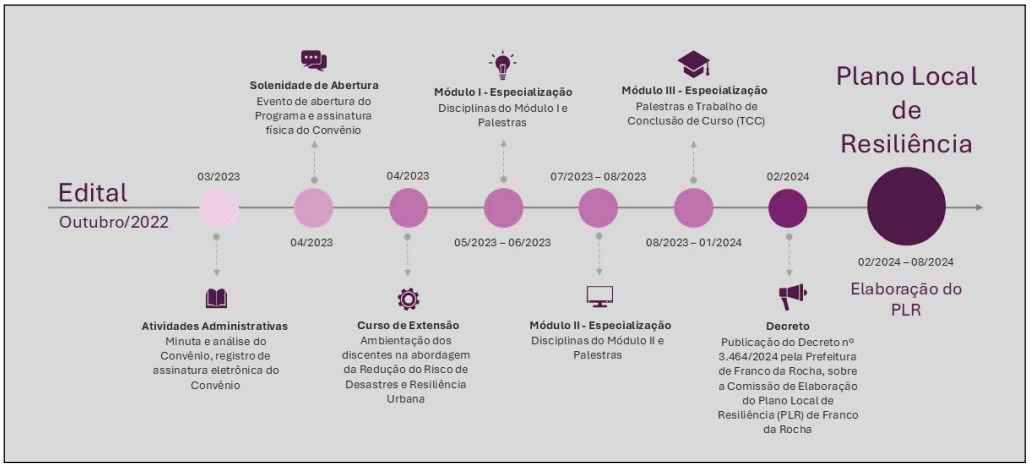
Mais do que um guia técnico, o plano busca ser um instrumento acessível e compreensível para todos, desde cidadãos leigos até especialistas, promovendo a participação e o engajamento social. A sua construção baseou-se num processo estruturado, que começa com uma análise detalhada das características do município. Isso inclui não apenas a identificação da situação atual, mas também um levantamento histórico dos fatores que influenciam as vulnerabilidades e as capacidades locais.

Resultados Alcançados

A primeira edição do Programa de Análise da Resiliência a Desastres no Contexto Municipal, teve seu edital publicado em outubro de 2022, para chamamento público de seleção de prefeituras interessadas e recebeu sete candidaturas de prefeituras do Brasil. Com as propostas de interesse recebidas, a comissão avaliadora da UFJF analisou e pontuou, de acordo com regras do edital, sendo então classificadas para participarem as Prefeituras de Franco da Rocha e Cubatão, ambas do Estado de São Paulo. A prefeitura do Município de Cubatão, encerrou sua participação logo após o fim do curso de extensão, optando pela não participação no Programa.

A pós-graduação, elemento chave da capacitação da equipe indicada, se iniciou em março de 2023 e finalizou suas atividades em janeiro de 2024. Os membros servidores participaram de aulas teóricas com conteúdo didáticos na Plataforma EAD, vídeo aulas, e atividades práticas de aplicação das ferramentas QRE, Autoavaliação da resiliência a nível detalhado e o Adendo da Saúde Pública por meio de tarefas em grupos e avaliações. Toda a aplicação do curso de pós-graduação aconteceu por meio de ambiente virtual, na plataforma Moodle da UFJF, configurando metodologia de ensino à distância. O acompanhamento, mentoria e orientação específica foi realizada por encontros remotos semanais com duração de 2 horas.

A participação do Município de Franco da Rocha nas etapas de capacitação, elaboração e entrega do Plano Local de Resiliência está detalhada na linha do tempo associada ao convênio (Figura 7). O prefeito selecionou 23 servidores de 12 áreas estratégicas, e um curso de extensão de 60 horas foi disponibilizado para todos os servidores dos municípios participantes. Esse curso não só capacitou os participantes como também ofereceu certificação individual, reconhecendo o empenho e dedicação dos envolvidos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Linha do Tempo atividades do Programa.

Os servidores da Prefeitura de Franco da Rocha (SP) participaram de uma visita técnica ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) para aprimorar os planos de resiliência a desastres. A visita, realizada em 2023 e documentada pelo CEMADEN e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), focou em riscos e vulnerabilidades associados a desastres (Figura 8).



Fonte: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden)/MCTI (2023).

Figura 8. Registro fotográfico da Comitiva da Prefeitura de Franco da Rocha (SP) na visita técnica ao Cemaden.

Dos 23 servidores ingressantes, 16 concluíram a pós-graduação e receberam o certificado de Especialista em Cidades Resilientes a Desastres. As defesas dos trabalhos individuais, na disciplina de TCC ocorreram de forma online e os alunos, acompanhados de seus orientadores, apresentaram suas teses com temas aplicados ao município de Franco da Rocha, à uma banca examinadora.

O início da etapa de Elaboração do Plano Local de Resiliência do Programa foi marcado pela publicação do Decreto Municipal nº 3.464/2024, na data de 16 de fevereiro, que dispõe sobre: "A criação da Comissão de Elaboração do Plano Local de Resiliência (PLR) de Franco da Rocha e dá outras providências" (UFJF, 2024). No documento, os representantes do município ressaltam a relevância de sua participação na iniciativa "Construindo Cidades Resilientes" e destacam como a abordagem integrada e participativa dos servidores foi fundamental para a criação de um Plano autêntico, capaz de proporcionar ao município uma experiência única no contexto da Redução de Risco de Desastres.

O documento também lista os servidores envolvidos e suas respectivas secretarias de atuação. Por fim, enfatiza que, após a aprovação pela equipe técnica da UFJF, o Plano Local de Resiliência será encaminhado ao Poder Legislativo Municipal para análise e debate parlamentar, com o objetivo de transformá-lo em norma legal por meio do devido processo legislativo.

Como fonte principal de informações para desenvolvimento do PLR, os alunos utilizaram os memoriais de aplicação das ferramentas construídos ao longo do curso de Pós-graduação, que descrevem a aplicação, metodologia, respostas e resultados. Cada ferramenta possui seu próprio memorial de aplicação, e após a entrega, a equipe técnica avaliou e fez a devolutiva com as respectivas observações e análises.

O documento final do PLR, com aproximadamente 150 páginas, resume e analisa todo o estudo realizado pelo grupo, apresentando ações e propostas específicas para o município. Dividido em três capítulos – Introdução, Planejamento e Implementação –, o Plano oferece uma visão estruturada e detalhada do processo de construção e aplicação do PLR. Inicialmente são apresentadas as cartas das figuras que encaminharam a realização do PLR, tanto do município quanto da UFJF e UNDRR. A intenção e visão de cada representante é evidenciada para demonstrar o objetivo do grupo.

No capítulo inicial, são apresentados o histórico do município e seu perfil, com destaque para a análise dos desastres enfrentados ao longo dos anos. Esse capítulo também compila informações extraídas das ferramentas de Autoavaliação da Resiliência, fornecendo uma base sólida para compreender os desafios e vulnerabilidades locais. Além disso, a apresentação dos resultados obtidos em cada ferramenta conduz o leitor a clareza de entendimento das ações propostas e metodologias de implementação escolhidas.

No segundo capítulo, dedicado ao Planejamento, o PLR é estruturado em três pilares fundamentais: Governança; Educação, Saúde e Ações Comunitárias; e Mobilidade. Cada pilar foi desdobrado em metas, objetivos, ações, responsáveis, prazos e indicadores, totalizando 13 metas e 51 ações específicas para aplicação no município de Franco da Rocha. Essa abordagem metodológica demonstra um esforço significativo em vincular a análise teórica a um planejamento prático e viável, promovendo clareza nas atribuições e no monitoramento das atividades propostas.

O terceiro capítulo foca na Implementação, apresentando de forma detalhada as ferramentas e instrumentos necessários para executar e monitorar as metas e ações

descritas no plano. Este capítulo é essencial para garantir que as propostas do PLR possam ser efetivamente traduzidas em práticas no contexto local. A apresentação clara de estratégias de aplicação reforça a viabilidade do plano e facilita sua operacionalização pelas equipes responsáveis. Além de seu conteúdo informativo, o documento se destaca pelo uso de gráficos, tabelas, imagens e fotografias, facilitando a compreensão e ampliando o engajamento de gestores e da sociedade civil.

O painel gerencial foi integrado ao Plano Local de Resiliência como uma ferramenta estratégica para monitorar o progresso da resiliência em Franco da Rocha ao longo dos próximos seis anos, alinhado aos objetivos da iniciativa MCR 2030. Sua função principal é centralizar e organizar dados provenientes de todas as secretarias municipais, permitindo a avaliação contínua das ações e metas previstas no plano.

Além disso, o painel desempenha um papel essencial na gestão de desastres, fornecendo informações críticas para decisões rápidas e eficazes em emergências. No entanto, devido ao curto prazo para a estruturação do curso, não foi possível implementá-lo junto com a elaboração do plano, sendo incorporado às ações estratégicas no documento. O painel gerencial, previsto no plano, será programado para coleta de dados georreferenciados, informações do IBGE e atualizações relacionadas aos planos municipais em andamento, fornecendo uma visão abrangente e integrada da gestão de riscos. Essa ferramenta, possui expectativa de expansão de suas funcionalidades portanto, se consolida como um componente essencial para garantir a eficácia e a adaptabilidade do Plano Local de Resiliência.

O Plano Local de Resiliência de Franco da Rocha incorpora uma abordagem participativa que prevê o envolvimento direto da comunidade em diversas etapas de sua implementação e monitoramento. O feedback da sociedade civil e governantes municipais é considerado fundamental para atualizar continuamente o plano e ajustá-lo às necessidades reais da população. Essa interação é garantia de que as ações propostas sejam relevantes, práticas e certificadas às prioridades locais.

Durante o processo de revisão anual, está previsto a participação comunitária por meio de assembleias públicas, onde os cidadãos poderão contribuir com sugestões e avaliar as ações propostas. Como parte dos requisitos para aprovação, o documento inclui um prazo para revisão das ferramentas utilizadas, estipulado em um ano, e estabelece a vigência do Plano Local de Resiliência até 2030.

Essa perspectiva de longo prazo, aliada a um sistema de revisão periódica, reflete um compromisso com a adaptabilidade e a sustentabilidade do plano, aspectos fundamentais para sua eficácia na redução de riscos e no fortalecimento da resiliência do município.

Lições Aprendidas e Desafios Futuros

A realização conjunta do diagnóstico e da capacitação permitiu que os próprios gestores municipais identificassem desafios e potencialidades da resiliência a desastres, ao mesmo tempo

em que aprofundavam a compreensão das ferramentas aplicadas. Esse processo, conduzido de maneira multiprofissional e integrada, promoveu o intercâmbio de conhecimentos entre diferentes setores da administração pública, tornando o planejamento mais realista e viável. Como resultado, foi possível elaborar um Plano Local de Resiliência (PLR) genuinamente desenvolvido pelos servidores municipais, assegurando que as estratégias formuladas refletissem a realidade local e fossem aderentes às necessidades identificadas.

Além disso, a experiência evidenciou que a construção da resiliência municipal exige um esforço institucional contínuo e integrado, no qual a Proteção e Defesa Civil desempenha um papel central na articulação técnica, sensibilização e mobilização dos diversos setores da administração pública. No entanto, a resiliência não pode ser tratada como uma responsabilidade isolada. A integração de setores estratégicos, como Assistência Social, Educação, Finanças, Governo, Infraestrutura e Obras, Jurídico, Meio Ambiente, Planejamento Urbano e Habitação, Proteção e Defesa Civil, Saúde, Segurança Pública e Transporte e Trânsito, entre outros como a Comunicação e Tecnologia da informação fortalece a capacidade municipal de adaptação e resposta, promovendo ações mais eficazes na gestão de riscos.

No contexto de resiliência municipal, a Defesa Civil desempenha um papel crucial como facilitadora na implementação de políticas públicas eficazes, promovendo a colaboração entre todos os setores. Essa articulação intersetorial fortalece o compromisso comum com a resiliência. Entretanto, a alta rotatividade dos gestores municipais, frequentemente devido a ciclos eleitorais, ameaça a continuidade das ações. Para contornar esses desafios, é essencial capacitar servidores técnicos permanentes e institucionalizar as políticas de gestão de risco, assegurando a continuidade das iniciativas além das mudanças políticas.

Considerações finais

O impacto deste projeto vai além dos municípios diretamente envolvidos, servindo como modelo para inspirar outras instituições de ensino, universidades e governos locais a estabelecerem sinergias institucionais voltadas para o fortalecimento da resiliência municipal. Ao integrar conhecimentos acadêmicos e experiências de gestão pública, essas parcerias podem impulsionar os governos locais a realizarem análises mais aprofundadas sobre sua capacidade resiliente, compreendendo os perigos e vulnerabilidades locais e adotando medidas eficazes para reduzir os impactos dos desastres.

Além disso, o programa possui um impacto transformador, pois busca catalisar mudanças positivas na gestão de riscos, incentivando outras cidades a adotarem práticas semelhantes e a se engajarem na Iniciativa "Construindo Cidades Resilientes (MCR2030)" da UNDRR. A disseminação dessas boas práticas fortalece a cultura de resiliência e amplia a adoção de políticas eficazes em diferentes contextos, criando um efeito multiplicador para a gestão de riscos no Brasil.

No entanto, a efetivação dessas ações depende do compromisso político e da continuidade institucional. Mudanças de gestão não podem representar retrocessos; é essencial que a resiliência seja tratada não como um projeto de governo, mas como um pilar permanente da governança municipal. A articulação entre conhecimento técnico, participação social e planejamento estruturado garante que as cidades avancem na construção de um futuro mais seguro, sustentável e resiliente diante dos desafios climáticos e das ameaças de desastres.

Além dos avanços para os municípios participantes, a experiência também trouxe benefícios significativos para a UFJF, fortalecendo sua atuação no campo da resiliência a desastres e consolidando seu papel como referência nessa temática. A integração do programa às diretrizes de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da universidade amplia sua contribuição na produção de conhecimento aplicado, estimulando novas abordagens metodológicas e a criação de soluções inovadoras para a gestão de riscos e resiliência municipal. Esse envolvimento fortalece a sinergia entre ensino, pesquisa e extensão, possibilitando novas cooperações acadêmicas, captação de recursos para projetos estratégicos e a ampliação do impacto social da universidade, tornando-a um ator chave na construção de cidades mais seguras e preparadas.

Referências

AGÊNCIA BRASIL. **Desastres climáticos aumentaram 250% nos últimos quatro anos no país**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/meio-ambiente/noticia/2024-12/desastres-climaticos-aumentaram-250-em-quatro-anos-mostra-estudo>. 2024. Acesso em: 4 jan. 2025.

AGÊNCIA SENADO. **Brasil deixa de aplicar 35% da verba para gestão de riscos e desastres, aponta TCU**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/05/29/brasil-deixa-de-aplicar-35-da-verba-para-gestao-de-riscos-e-desastres-aponta-tcu>. 2024. Acesso em: 14 jan. 2025.

ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. **Resilient Cali**. A city of opportunities for progress. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Cali-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2018. Acesso em: 18 nov. 2022

ALIANÇA BRASILEIRA PELA CULTURA OCEÂNICA. **Brasil em transformação:** O Impacto da Crise Climática. Caderno Técnico I - 2024, o ano mais quente da história. Disponível em: <https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Brasil-em-transformacao-1-2024-o-ano-mais-quente-da-historia.pdf>. 2024. Acesso em: 5 jan. 2025.

BRISTOL CITY COUNCIL. **Bristol Resilience Strategy**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Bristol-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2016. Acesso em: 18 nov. 2022.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES

NATURAIS (Cemaden)/ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI – Governo Federal. **Comitiva da Prefeitura de Franco da Rocha (SP) realiza visita técnica ao Cemaden para aprimorar o plano de resiliência a desastres**. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/comitiva-da-prefeitura-de-franco-da-rocha-sp-realiza-visita-tecnica-ao-cemaden-para-aprimorar-o-plano-de-resiliencia-a-desastres>. 2023. Acesso em: 5 jan. 2025.

CHENNAI RESILIENCE CENTRE. **Resilient Chennai Strategy**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Chennai-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2019. Acesso em: 18 nov. 2022.

CITY OF MELBOURNE. **Melbourne Resilience Strategy**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Melbourne-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2016. Acesso em: 18 nov. 2022.

CITY OF NEW ORLEANS. **Resilient New Orleans**. Strategic actions to shape our future city. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/New-Orleans-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2015. Acesso em: 18 nov. 2022

CITY OF NEW YORK. **One New York**. The Plan for a Strong and Just City. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/New-York-City-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2015. Acesso em: 18 nov. 2022.

CNN Brasil. **Sem as mudanças climáticas, essas catástrofes não teriam acontecido**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/sem-as-mudancas-climaticas-essas-catastrofes-nao-teriam-acontecido/>. 2023. Acesso em: 4 jan. 2025.

g1. **Brasil registra aumento 'alarmante' de desastres climáticos, segundo estudo da Unifesp**. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/12/28/brasil-registra-aumento-alarmante-de-desastres-climaticos-segundo-estudo.ghtml>. 2024. Acesso em: 05 jan. 2025.

GLASGOW CITY COUNCIL. **Resilient Glasgow**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Glasgow-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2015. Acesso em: 18 nov. 2022.

H. AYUNTAMIENTO DE JUÁREZ. **Resilient Juarez**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Ciudad-Juarez-Resilience-Strategy-Spanish.pdf>. 2016. Acesso em: 18 nov. 2022.

ALIANÇA BRASILEIRA PELA CULTURA OCEÂNICA. **Brasil em transformação:** O Impacto da Crise Climática. Caderno Técnico I - 2024, o ano mais quente da história. Disponível em: <https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Brasil-em-transformacao-1-2024-o-ano-mais-quente-da-historia.pdf>. 2024. Acesso em: 5 jan. . 2025.

MUNICIPIO DE SAN JUAN. **Reimagina Puerto Rico**. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/San-Juan-Resilience-Strategy-English.pdf>. 2018. Acesso em: 18 nov. 2022.

PULIDO, N. **Seismotectonics of the Northern Andes (Colombia) and the development**

of seismic networks: Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering. Japan: National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Earthquake Disaster Mitigation Research Center, Japan, 2003.

SECRETARIA NACIONAL DE POLÍTICAS PENAIS. **Chamamento Público**. Disponível em: <https://www .gov .br /senappen /pt -br /acesso -a -informacao /licitacoes -e -contratos /licitacoes /chamamento-publico>. 2024. Acesso em: 5 jan. 2025.

TBILISI CITY HALL. **Resilient Tbilisi**. A Strategy for 2030. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Tbilisi_Resilience-Strategy-English.pdf>. 2019. Acesso em: 18 nov. 2022

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Construindo Cidades Resilientes** (MCR2030). Disponível em: <https://www.undrr.org/media/download>. Acesso em: 10 fev. 2025.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Disaster Resilience Scorecard for Cities**. Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/disaster-resilience-scorecard-cities>. Acesso em: 2 fev. 2025.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **MCR2030 Dashboard**. Disponível em: <https://mcr2030dashboard.undrr.org/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **UNDRR celebrates partnership between UFJF and São Paulo municipalities to build technical capacity for disaster resilience**. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/news/undrr-celebrates-partnership-between-ufjf-and-sao-paulo-municipalities-build-technical-0>. 2024. Acesso em: 10 fev. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Programa Resilientes a Desastres**. Disponível em: <http://www2.ufjf.br/resiliencia/quem-somos/programa-resilientes-a-desastres/edicao-2023-2024/>. Acesso em: 4 jan. 2025.



Rio Canumã/Terra indígena Kwatá-Laranjal/RO
Autora: Taíze Ribeiro Munduruku

9

O planejamento e a gestão territorial em multiescala para a redução do risco de desastres



LOCALIZAÇÃO DE MÚLTIPLAS CENTRAIS DE ALÍVIO PARA ATENDIMENTO A SITUAÇÕES DE DESASTRE NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DO VALE DO PARAÍBA

LOCATION OF MULTIPLE RELIEF CENTERS FOR DISASTER RESPONSE IN THE ADMINISTRATIVE REGION OF VALE DO PARAÍBA

UBICACIÓN DE MÚLTIPLES CENTROS DE ALIVIO PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES EN LA REGIÓN ADMINISTRATIVA DEL VALE DO PARAÍBA

LOCALISATION DE PLUSIEURS CENTRES DE SECOURS POUR LA GESTION DES CATASTROPHES DANS LA RÉGION ADMINISTRATIVE DE VALE DO PARAÍBA

Gustavo Rodrigo Morais Araújo[1]
Vera Lúcia Monteiro[2]
Marcus Vinicius do Nascimento[3]
Nilo Jeronimo Vieira[4]

1 Graduando do Curso de Tecnologia em Logística pela Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Bolsista do Programa de Monitoria de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Centro Paula Souza. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6124-0614. E-mail: gustavo.araujo23@fatec.sp.gov.br.
2 Mestra na Área de Transportes pela UNICAMP. Professora da Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Pesquisadora do CEPED-SP/CEETEPS. ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0641-9617. E-mail: vera.monteiro@fatec.sp.gov.br.
3 Mestre na Área de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica pelo ITA. Professor da Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Pesquisador do ITA. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7283-6016. E-mail: nascimento.mv@fatec.sp.gov.br.
4 Mestre na Área de Linguística Aplicada. Professor da Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos e Coordenador do Núcleo de Relações Internacionais do Centro Paula Souza. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-6785-0679. E-mail: nilo.vieira@fatec.sp.gov.br.

Desastres e respostas – a importância das centrais de alívio

Desastres são os resultados de eventos naturais (terremotos, inundações, secas etc.) ou ações humanas (acidentes industriais, conflitos e terrorismo etc.), que ocasionam impactos significativos no sistema social, gerando danos que, em muitos dos casos, ultrapassam a capacidade de resposta dos afetados (Montz *et al*., 2017).

As causas que mais contribuem para o aumento dos desastres naturais em todo o mundo são, principalmente, o crescimento populacional, segregação social e as ocupações em áreas de risco, além das mudanças climáticas globais (Marcelino; Nuns; Kobiyama, 2006). É fundamental compreender que a escolha de viver em áreas de risco não reflete uma preferência, mas uma resposta às circunstâncias econômicas.

A dificuldade em lidar com tais acontecimentos é uma realidade que tem tendência de aumento, implicando na necessidade premente de construção de bases de apoio, para atendimento e auxílio aos impactados pelos desastres (Cerveny, 2017).

Marcelino (2008) enfatiza a necessidade de medidas preventivas e mitigadoras, reconhecendo a inevitabilidade dos eventos naturais e a importância de direcionar esforços para reduzir seus impactos na sociedade.

> Os fenômenos naturais extremos fazem parte da geodinâmica terrestre e são imprescindíveis para a existência humana, sendo diretamente responsáveis pela formação do relevo, manutenção de ecossistemas, abastecimento das fontes hídricas, entre outros. Os esforços humanos devem ser direcionados para a elaboração e adoção de medidas preventivas e mitigadoras que possam amenizar o impacto causado pelos desastres naturais (Marcelino, 2008, p. 9-10).

Drozino, Oliveira e Samed (2015) destacam a importância das primeiras 72 horas após a ocorrência de um desastre. Durante esse período vital, é imperativo conduzir uma avaliação abrangente da situação, desenvolver planos de resposta eficazes e identificar rapidamente áreas estratégicas para estabelecer pontos de apoio. A urgência na seleção dessas localizações, considerando o potencial risco de impacto nas bases de apoio, adiciona uma dimensão crítica à gestão de desastres. Evitar a construção em áreas propensas a desastres é fundamental para assegurar a eficácia das operações de socorro, dada a limitação de tempo para o planejamento e implementação do plano de resposta.

Barbosa *et al*. (2023) lembram da importância de estabelecer Centrais de Alívio em situações de desastres, onde a demanda por insumos surge de forma volumosa e abrupta. Os autores observam que as decisões de localização impactam as ações de auxílio às vítimas, uma vez que o número de centros de distribuição e a quantidade de suprimentos que eles contêm, influenciam diretamente o tempo de resposta, e destacam ainda que, a rapidez nas operações de socorro, nos primeiros dias pós desastre, exerce impacto significativo na vida das pessoas afetadas.

Assim, as centrais de alívio são fundamentais nas operações da Logística Humanitária, pois funcionam como pontos de consolidação e de formação de kits de suprimentos para atendimento aos afetados e ainda funcionam como base de apoio para entregas na última milha (Pinheiro, 2021).

As Centrais de Alívio entram em operação quando há uma necessidade iminente ou ocorre um sinistro, visando garantir a segurança e integridade daqueles afetados por tais eventos. Desempenhando um papel central na eficiência da resposta emergencial, essas centrais atendem inicialmente às principais necessidades dos afetados: proteção, preservação da dignidade, e proporcionam um local onde as pessoas possam desfrutar de privacidade e segurança. Este espaço seguro permite que as vítimas do desastre possam assimilar informações, dadas as circunstâncias frustrantes, e se concentrar em identificar suas necessidades futuras. Além disso, as centrais atendem às necessidades básicas, como alimentação, atendimento médico e acesso ao saneamento básico (Anders, 2007).

Desta forma, a mobilização eficiente de suprimentos para apoiar as operações é fundamental para o sucesso da resposta humanitária. A realidade pós-desastre implica uma procura urgente por insumos, como por exemplo água potável, que são necessários imediatamente. Portanto, a proximidade de centrais de alívio em áreas propensas a desastres é de suma importância para garantir uma resposta eficaz.

Neste contexto, este estudo propõe a implementação de **Múltiplas Centrais de Alívio (MCA)**, baseando-se em informações coletadas na base de dados do Atlas Digital de Desastres do Brasil (Brasil, 2022), que apresenta os dados sobre desastres naturais ocorridos no país entre os anos de 1991 e 2022.

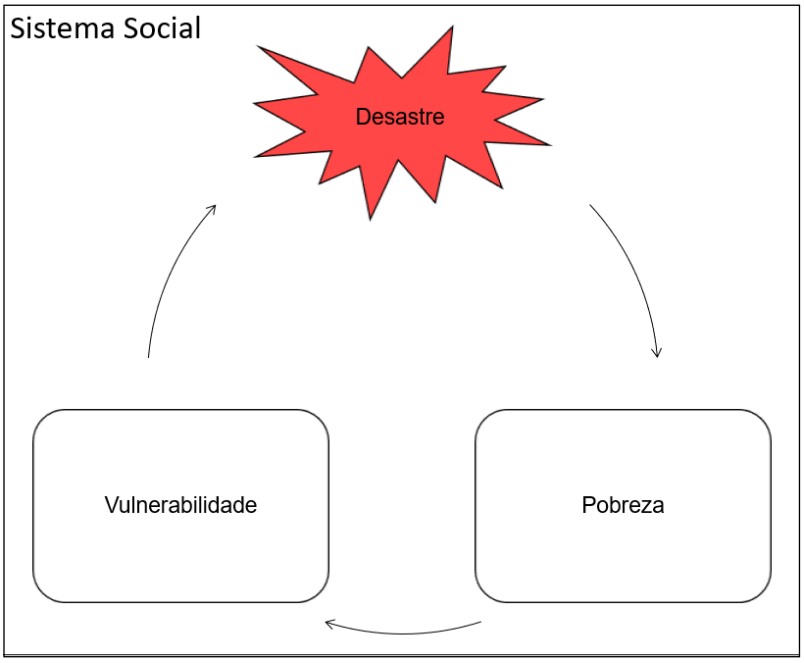
A proposta de múltiplas centrais justifica-se pelo incremento dado ao fator prevenção, pois desta forma, em caso de um desastre afetar uma central, há garantias de que uma outra, não muito distante, estará disponível para auxiliar as operações da região.

Desastres e Desigualdade Econômica

Sabe-se que os fatores sociais exercem influência direta sobre o número de pessoas afetadas por desastres, como evidenciado pelos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). Naquele ano, aproximadamente 63 milhões de indivíduos, correspondendo a 29% da população brasileira, viviam em situação de pobreza, dos quais 18 milhões enfrentavam a extrema pobreza, representando 8% da população, atingindo recordes desde 2012.

A vulnerabilidade social, proveniente da pobreza, intensifica os efeitos dos desastres (Figura 1). Segundo Camarinha (2016), nações mais desenvolvidas tendem a estar mais bem preparadas para lidar com as consideráveis dificuldades financeiras e humanas decorrentes desses eventos, enquanto as menos preparadas podem levar um tempo significativamente maior para reagir, podendo estender-se por anos, décadas ou resultar em colapso. Assim, fortalecer o sistema social é de extrema importância para possibilitar uma resposta ágil diante dessas situações.

A Figura 1 ilustra de forma exemplificada o ciclo vicioso dos desastres.



Fonte: Adaptado de Brito *et al.* (2019).

Figura 1. Ciclo vicioso dos desastres.

A moradia é um direito fundamental do ser humano, no entanto, a natureza excludente do mercado, motivada pela especulação imobiliária, afasta as pessoas menos favorecidas do acesso a esse direito. A especulação inflaciona os preços dos imóveis, saturando o mercado com propriedades de valores elevados, dificultando assim, a compra e venda para a população menos favorecida, e contribuindo para o aumento de vazios urbanos (Souza, 2013).

Diante desse cenário, muitas pessoas migram para áreas periféricas dos centros urbanos, onde os custos são mais acessíveis. Em muitos casos essas localidades remotas enfrentam riscos associados a deslizamentos e alagamentos, justificando seus preços acessíveis. Para agravar esse quadro, as dificuldades logísticas no transporte diário, muitas vezes dispendioso devido às distâncias, dificultam o acesso a serviços essenciais, como saúde, educação e oportunidades de trabalho (Anders, 2007).

Anders (2007) destaca que a desigualdade na distribuição de renda, aliadas à má distribuição territorial, intensificam a vulnerabilidade, configurando um "desastre social" quando ocorre um fenômeno natural em áreas vulneráveis.

Reconhecer as complexas dinâmicas sociais e econômicas é fundamental ao se considerar a localização das centrais de apoio e desenvolver estratégias para mitigar os riscos, inerentes às comunidades vulneráveis. Estudos de avaliação em áreas de risco tornam-se indispensáveis, dada a importância da decisão de estabelecer uma central de apoio em local apropriado (Drozino; Oliveira; Samed, 2015).

Além disso, existe uma lacuna de estudos e pesquisas voltados à cadeia de suprimentos humanitária (Altay; Kovács; Spens, 2021), e esse fato também motivou o presente estudo.

Centrais de Alívio no Vale do Paraíba – Divisão por Zonas

Este estudo propõe a implementação de Múltiplas Centrais de Alívio, em conformidade com o estabelecido pelo artigo 4°, da Lei Complementar n° 1.166 de 09 de janeiro de 2012, do estado de São Paulo, que trata das diretrizes para a organização e gestão territorial, criando a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (Lei nº 1.166/ 2012).

Utilizando dados históricos do período e empregando a metodologia *Center of Gravity* (CG), introduzida por Ballou (2007), buscou-se identificar o centro de gravidade, ou seja, as áreas de maior demanda de auxílio devido aos eventos ocorridos, sugerindo assim a localidade ótima de acordo com essa demanda. Neste quesito, o critério de demanda foi estabelecido pelo somatório de pessoas afetadas (doentes, desabrigados, desalojados, mortos e/ou desaparecidos).

A implementação de cinco centrais de apoio no Vale do Paraíba visa obter uma área com maior cobertura de atendimentos, de forma que, mesmo diante de um desastre, haveria pelo menos duas áreas adicionais não muito distantes. Além disso, como essas áreas já estão delineadas como sub-regiões, a comunicação e coordenação entre as entidades atuantes em cada zona específica seriam facilitadas, tendo em vista que a colaboração entre os diversos atores em um evento de desastre, pode conduzir a resultados mais eficazes nas operações humanitárias (Balcik *et al*., 2010).

A Figura 2 apresenta a proposta de divisão por zonas, que englobam um determinado grupo de cidades, de acordo com o estabelecido na Lei Complementar n°1.166/2012, em seu Artigo 4°:

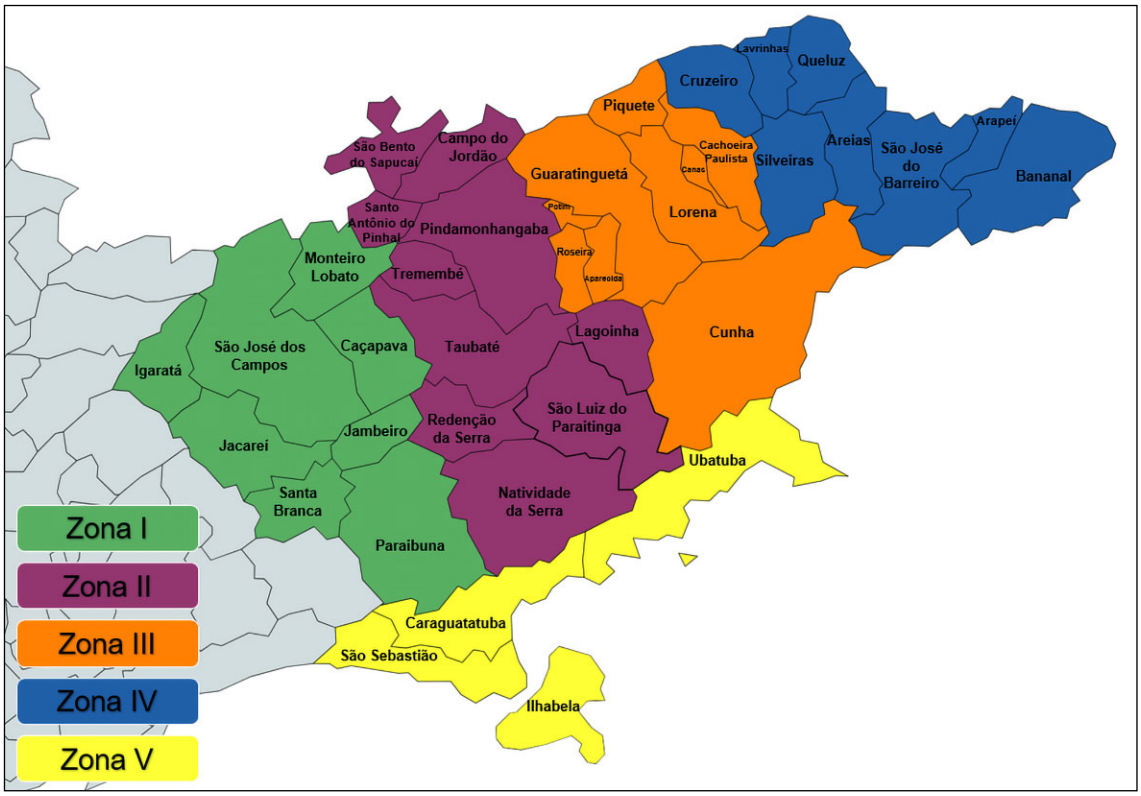
• **Zona I** (em verde): Caçapava, Igaratá, Jacareí, Jambeiro, Monteiro Lobato, Paraibuna, Santa Branca e São José dos Campos;

• **Zona II** (em roxo): Campos do Jordão, Lagoinha, Natividade da Serra, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São Luiz do Paraitinga, Taubaté e Tremembé;

• **Zona III** (em laranja): Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Guaratinguetá, Lorena, Piquete, Potim e Roseira;

• **Zona IV** (em azul): Arapeí, Areias, Bananal, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, São José do Barreiro e Silveiras;

• **Zona V** (em amarelo): Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 2. Região Administrativa do Vale do Paraíba dividido por zonas.

Center of Gravity – CG

O CG, proposto por Ballou (2007), é uma ferramenta matemática que permite determinar a localização de uma planta ou armazém através da determinação do centro gravitacional. A Figura 3 demonstra a fórmula utilizada para a definição do CG.

$$\bar{x} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i} \qquad \text{e} \qquad \bar{Y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i}$$

Fonte: Ballou (2007).

Figura 3. Fórmula do *Center Of Gravity.*

Onde:

$\bar{X}$ = Latitude ou Coordenada X;

$\bar{Y}$ = Longitude ou Coordenada Y;

V_i = Volume no ponto i; e

R_i = Taxa de transporte até o ponto i.

A aplicação do método CG é bastante difundida na literatura específica. Iqbal *et al*. (2023), por exemplo, aplicam o método para a definição de localidade de um novo centro de distribuição de uma empresa em Bangladesh. Os autores consideraram as seguintes variáveis de input para a aplicação do método: distâncias entre os centros de suprimento e o mercado consumidor com base nas coordenadas de Longitude e Latitude e disponibilidade de mão de obra (utilizada como o volume). Irwanto e Hasibuan (2018) aplicam o método para encontrar a localização ótima de um centro de distribuição para uma empresa do setor farmacêutico. Os autores utilizam coordenadas geográficas para o cálculo de distância entre fábrica, centros de suprimento e centros de reposição. Como variável de volume, os autores consideraram a demanda de cada cliente.

Nota-se que, em ambos os trabalhos, os autores desconsideraram o valor da Taxa de Transporte). Essa é uma prática comum na aplicação do método CG, principalmente em casos nos quais a taxa de transporte possui baixa variabilidade ou o interesse não está no custo total, mas, sim, no atendimento da região com maior demanda de consumo.

Dados do Atlas Digital (1991 – 2022)

A Tabela 1 apresenta os dados extraídos do Atlas Digital, com destaque para os danos humanos (somatório de pessoas afetadas pelo sinistro, incluindo doentes, desabrigados, desalojados, mortos e/ou desaparecidos). As coordenadas (Latitude e Longitude) foram obtidas através do *Google Maps*.

Tabela 1. Base de dados do Atlas Digital.

Cidade	Latitude (°)	Longitude (°)	Danos Humanos
Aparecida	-22.843	-45.230	3.807
Arapeí	-22.672	-44.448	1
Areias	-22.581	-44.694	167
Bananal	-22.684	-44.323	725
Caçapava	-23.104	-45.707	214
Cachoeira Paulista	-22.663	-45.007	5.090
Campos do Jordão	-22.741	-45.594	2.120
Canas	-22.702	-45.053	504
Caraguatatuba	-23.620	-45.412	50.831
Cruzeiro	-22.577	-44.959	784
Cunha	-23.074	-44.960	13.753
Guaratinguetá	-22.804	-45.186	10.900
Igaratá	-23.205	-46.156	9

continua

continuação

Cidade	Latitude (°)	Longitude (°)	Danos Humanos
Ilhabela	-23.817	-45.367	76
Jacareí	-23.303	-45.967	19.527
Jambeiro	-23.255	-45.694	20
Lagoinha	-23.091	-45.189	1
Lorena	-22.735	-45.118	2.802
Monteiro Lobato	-22.955	-45.839	421
Natividade da Serra	-23.379	-45.444	205
Paraibuna	-23.387	-45.663	279
Pindamonhangaba	-22.926	-45.462	2
Piquete	-22.614	-45.177	7.584
Potim	-22.839	-45.256	286
Queluz	-22.537	-44.775	1.108
Roseira	-22.901	-45.309	301
Santa Branca	-23.398	-47.887	4.067
Santo Antônio do Pinhal	-22.825	-45.667	213
São Bento do Sapucaí	-22.687	-45.733	6
São José do Barreiro	-22.644	-44.579	50
São José dos Campos	-23.220	-45.892	2.166
São Luiz do Paraitinga	-23.222	-45.311	14.784
São Sebastião	-23.801	-45.403	81.990
Silveiras	-22.666	-44.852	2.360
Taubaté	-23.025	-45.564	107
Tremembé	-22.962	-45.545	7
Ubatuba	-23.435	-45.085	82.268
Somatório			**309.535**

Fonte: Autores (2024).

Observação: A base de dados não apresenta dados dos municípios de **Redenção da Serra e Lavrinhas.**

A Tabela 2 fornece os detalhes sobre a determinação do CG para a zona I. Vale destacar que os cálculos foram realizados conforme apresentado na Figura 3, ou seja, para cada localização foi feito o seguinte cálculo: a coluna "Danos Humanos" foi multiplicada pelas coordenadas (latitude e longitude) de cada município. Ao final, o resultado desta multiplicação foi dividido pelo somatório de pessoas afetadas pelo sinistro (somatório da coluna "Danos Humanos").

Desta forma, ao dividir o somatório da coluna "Latitude X Danos" e a coluna "Longitude X Danos", pela coluna "Danos Humanos" obtém-se as seguintes coordenadas para a Zona I:

• Zona I - Latitude**: -23.3044637681159** e Longitude: **-45.9413132606823**.

Tabela 2. Solução para a Zona I.

Cidade	Latitude X Danos	Longitude X Danos	Danos Humanos
Caçapava	-4.944,26	-9.781,30	214
Igaratá	-208,85	-415,40	9
Jacareí	-455.037,68	-897.597,61	19.527
Jambeiro	-465,10	-913,88	20
Monteiro Lobato	-9.664,06	-19.298,22	421
Paraibuna	-6.524,97	-12.739,98	279
Santa Branca	-95.159,67	-194.756,43	4.067
São José dos Campos	-50.294,52	-99.402,07	2.166
Σ	**-622.299,10**	**-1.234.904,89**	**26.703**

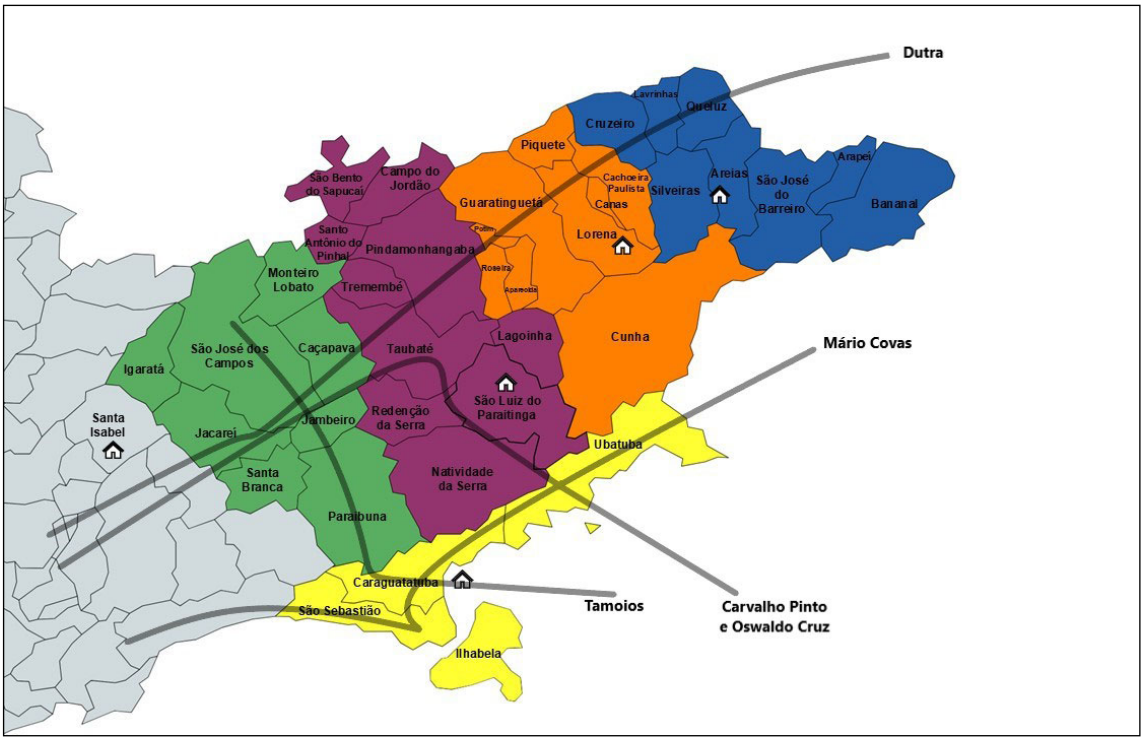
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Assim, este mesmo procedimento foi adotado para todas as cinco zonas, resultando nas seguintes coordenadas:

• **Zona II** – Latitude: -23.159° e Longitude: -45.353°;
• **Zona III** – Latitude: -22.837° e Longitude: -45.095°;
• **Zona IV** – Latitude: -22.625° e Longitude: -44.770°;
• **Zona V** – Latitude: -23.618° e Longitude: -45.284°.

O mapa da figura 3, apresenta o resultado, apontando as localizações referentes às coordenadas calculadas, incluindo as principais rodovias que atendem a região:

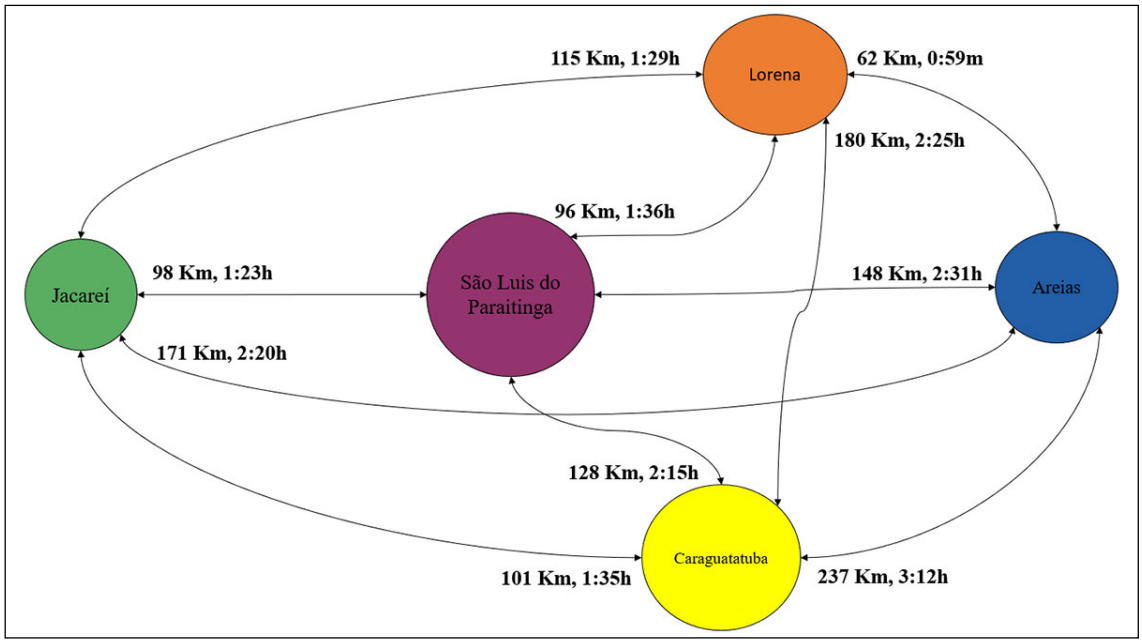
• **Zona I**: A coordenada indica o município de Santa Isabel; no entanto, considerando que está fora da Região Administrativa do Vale do Paraíba, considerou-se a instalação da central em **Jacareí**;
• **Zona II**: Instalação da central no município de **São Luiz do Paraitinga**;
• **Zona III**: Instalação da central no município de **Lorena**;
• **Zona IV**: Instalação da central no município de **Areias**;
• **Zona V**: Instalação da central no município de **Caraguatatuba**.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Localização das MCA.

A Figura 4 mostra as distâncias entre cada central de alívio proposta.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Observação: Distância e tempo médio de deslocamento em condições usuais de tráfego.

Figura 4. Distância entre as Centrais de Alívio.

Conclusão

É sabido que o Brasil enfrenta desafios importantes no que se refere à resiliência das cidades, inclusive quanto ao déficit habitacional, o que resulta em ocupações desordenadas e perdas materiais e humanas. Além disso, a falta de medidas de mitigação e preparação eficazes e contínuas, por parte dos órgãos públicos, agrava essa situação.

Esse estudo ressalta a intrincada relação entre desastres naturais, vulnerabilidade social e desigualdades econômicas. Aqueles que residem em áreas de risco, muitas vezes foram levados a isso, pelas circunstâncias econômicas desfavoráveis, tornando difícil a escolha de moradias mais seguras.

A localização de centrais de alívio é uma atividade crítica para a preparação e resposta aos desastres e impactante para o desempenho das operações de socorro. A estratégia correta de escolha dos locais para as centrais irá contribuir para uma entrega eficaz de ajuda aos afetados pelo desastre, levando em conta as adversidades impostas, que sempre são desafiadoras. Desta forma, ter centrais localizadas em pontos onde a maioria da região terá acesso, é uma forma de mitigar os riscos do pós-desastre.

A concepção de múltiplas centrais de alívio, proposta pelo estudo, revela-se uma alternativa viável quando se deseja operações humanitárias mais efetivas. Ao considerar os custos para sua implementação, à princípio, pode parecer improvável economicamente falando. No entanto, ao direcionar o olhar para a sociedade, torna-se imperativo avaliar o incremento de segurança que esses pontos de apoio podem proporcionar às comunidades em áreas de risco. Além disso, durante períodos de inatividade, esses centros podem transformar-se em espaços de treinamento de agentes, promovendo o acréscimo de conhecimento para futuras ações. Esta abordagem não apenas fortalece a resiliência das comunidades diante de desastres, mas também maximiza os benefícios obtidos com as centrais.

Este estudo propõe um novo olhar sobre a questão de localização de centrais de alívio, propondo uma pulverização delas, dentro da Região Metropolitana do vale do Paraíba, como forma de maximizar as possibilidades de atendimento às populações que convivem com o risco.

Entretanto, longe de ser um problema de fácil solução, a proposta exigirá maiores estudos, principalmente no que se refere à segurança da região onde a central será implementada, pois deve estar próxima da região onde os desastres ocorrem, mas fora da área de risco propriamente dita. Além disso, um estudo relacionado à infraestrutura disponível no local de cada central, também é de grande importância, pois no caso de um evento, a infraestrutura pode ser atingida, e serão necessárias alternativas para o transporte dos insumos até onde forem necessários.

Localizar centrais de alívio em regiões seguras e de forma economicamente viável é um grande desafio para as operações humanitárias, mas vale considerar que, apesar de estarem sujeitas a questões orçamentárias, o incremento no nível de serviço oferecido aos atingidos, prestando um atendimento mais rápido e salvando mais vidas, também é um importante objetivo a ser alcançado.

Referências

ALTAY, N.; KOVÁCS, G.; SPENS, K. The evolution of humanitarian logistics as a discipline through a crystal ball. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**. V. 11, n. 4, p. 577–584, 2021.

ANDERS, G. C. **Abrigos Temporários de Caráter Emergencial**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo na Universidade de São Paulo, 2007.

BALCIK, B.; BEAMON, B. M.; KREJCI, C. C.; MURAMATSU, K. M.; RAMIREZ, M. Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. **International Journal of Production Economics**. V. 126, n. 1, p. 22–34, 2010.BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BARBOSA, E. O., MONTEIRO, V. L., GIANNOTTI. M. A., BRITO JR, I. Localização de Depósitos de Suprimentos de Alívio para Atendimento a Desastres no Vale do Paraíba Paulista. **Revista Ciências Exatas**. V. 29, n. 2, 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MDR, 2022.

BRITO, JR. I.; CICCOTTI, L.; BERTAZZO, T. R.; MARAVÍ, G.; PINHEIRO, M. C. R.; SANTOS, F. A. A. A.; CHONG, M.; YOSHIZAKI, H. T. Y. Gestão de Desastres de Origem Natural e Antropogênica: Reflexões, Similaridades e Diferenças. **Risco e Desastres Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. São Carlos: RiMa Editora, 2019.

CAMARINHA, P. I. M. **Vulnerabilidades aos Desastres Naturais Decorrentes de Deslizamento de Terra em Cenários de Mudanças Climáticas na Porção Paulista da Serra do Mar**. 276 f. Tese de Doutorado no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2016.

CERVENY, R.S.; BESSEMOULIN, P.; BURT, C. C.; COOPER, M. A.; CUNJIE, Z.; DEWAN, A.; FINCH, J.; HOLLE, R. L.; KALKSTEIN, L.; KRUGER, A.; LEE, T.; MARTÍNEZ, R.; MOHAPATRA, M.; PATTANAIK, D. R.; PETERSON, T. C.; SHERIDAN, S.; TREWIN, B.; TAIT, A.; WAHAB, M. M. A. World Meteorological Organization Atlas of Mortality and Economic Losses From Weather, Climate and Water Extremes: lightning, tropical cyclones, tornadoes, and hail. **Weather, climate, and society**, v. 9, n. 3, p. 487-497, 2017.

DROZINO, B; OLIVEIRA, F. B. R.; SAMED, M. M. A. Método AHP Aplicado ao Problema de Localização de uma Central de Assistência para Situações Emergenciais no Estado do Paraná. **Revista Tecnológica**. v. 24, n.1, p. 131-141, 2015.

IQBAL, M.J.; PAUL, I.K.; RAHMAN, B.A.; DOULA, A.U.; ROY, S.C.; AHAMMED, M.S.; HASAN, M.M. Determination of Realistic Facility Location in Bangladesh by

using Center of Gravity Method. **European Journal of Engineering and Technology Research**, v. 8, n. 2, p. 83-92, 2023.

IRWANTO, B.; HASIBUAN, S. Determination of pharmaceutical industrial distribution center location using center of gravity method: Case study at PT JKT. **Journal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering,** v. 10, n. 3, p. 228-239, 2018.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Santa Maria: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2008.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. **Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais**. Caminhos de Geografia, V. 6, n. 19, p. 130-149, 2006.

MONTZ, B. E., TOBIN, G. A. and HAGELMAN, R. R. **Natural Hazards Explanation and Integration**. New York: The Guilford Press, 2017.

PINHEIRO, M. C. R. **Modelo de otimização multi-período para localização de armazéns aplicado a operações humanitárias**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2021.

SÃO PAULO. **Lei Complementar n° 1.166, de 09 de janeiro de 2012**. Cria a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, e dá providências correlatas, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2012/compilacao-lei.complementar-1166-09.01.2012.html. Acesso: 16/02/2024.

SOUZA, M. J. **A influência do planejamento urbano no processo de especulação imobiliária na periferia de São José Dos Campos**. 2013. 45 f. Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.



Rio Canumã/Terra indígena Kwatá-Laranjal/RO
Autora: Taíze Ribeiro Munduruku

SEGREGAÇÃO SOCIOESPACIAL: A LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS PRAÇAS NO ESPAÇO URBANO DE PONTA GROSSA-PARANÁ

SOCIO-SPATIAL SEGREGATION: THE GEOGRAPHICAL LOCATION OF SQUARES IN THE URBAN SPACE OF PONTA GROSSA-PARANÁ

SEGREGACIÓN SOCIOESPACIAL: LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PLAZAS EN EL ESPACIO URBANO DE PONTA GROSSA-PARANÁ

SÉGRÉGATION SOCIOSPATIALE: LA SITUATION GEOGRAPHIQUE DES PLACES DANS L'ESPACE URBAIN DE PONTA GROSSA-PARANA

Adriana Aparecida de Andrade Cham[1]
Edson Belo Clemente de Souza[2]

1 Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). ORCID https://orcid.org/0000-0001-5422-688X. E-mail: andrade.aaa3@gmail.com.
2 Professor Associado da UEPG. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3307-0518. E-mail: ebelosouza@uepg.br.

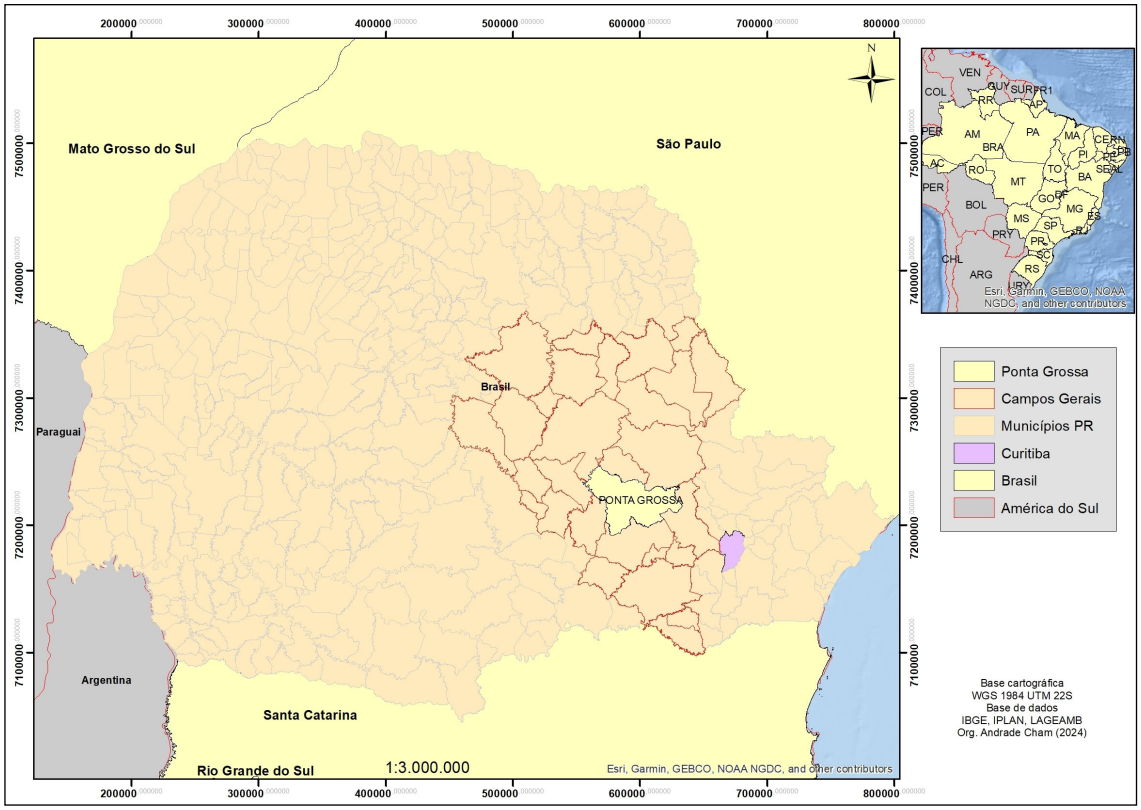
Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos para realização da pesquisa de doutorado.

Introdução

Ponta Grossa está situado no Segundo Planalto Paranaense (Figura 1), compõe a região dos Campos Gerais, é reconhecido por suas paisagens e potencialidades naturais e turísticas, como o Parque Estadual de Vila Velha e o Parque Nacional dos Campos Gerais. O nome 'Ponta Grossa' surge em decorrência da elevação do terreno e da vegetação local que conforma sua paisagem, podendo ser avistada a longas distâncias. O surgimento de Ponta Grossa está associado ao movimento do Tropeirismo[3], parada de abastecimento e descanso de diferentes pessoas que acompanhavam as tropas, fez parte do Caminho do Viamão que iniciava no Rio Grande Sul e seguia até São Paulo.

Foi elevada à Freguesia em 15 de setembro de 1823, sua sede foi implantada no ponto mais alto do terreno onde foi construída a capela em homenagem à Senhora de Sant'Ana[4] (conhecida como catedral) ainda de madeira, construída por volta de 1830. Foi reconhecida como município em 24 de março de 1862 e em razão de sua posição geográfica estratégica que une o norte e o oeste do estado ao porto de Paranaguá, se tornou um importante polo para o Paraná (Ipardes, 2004).

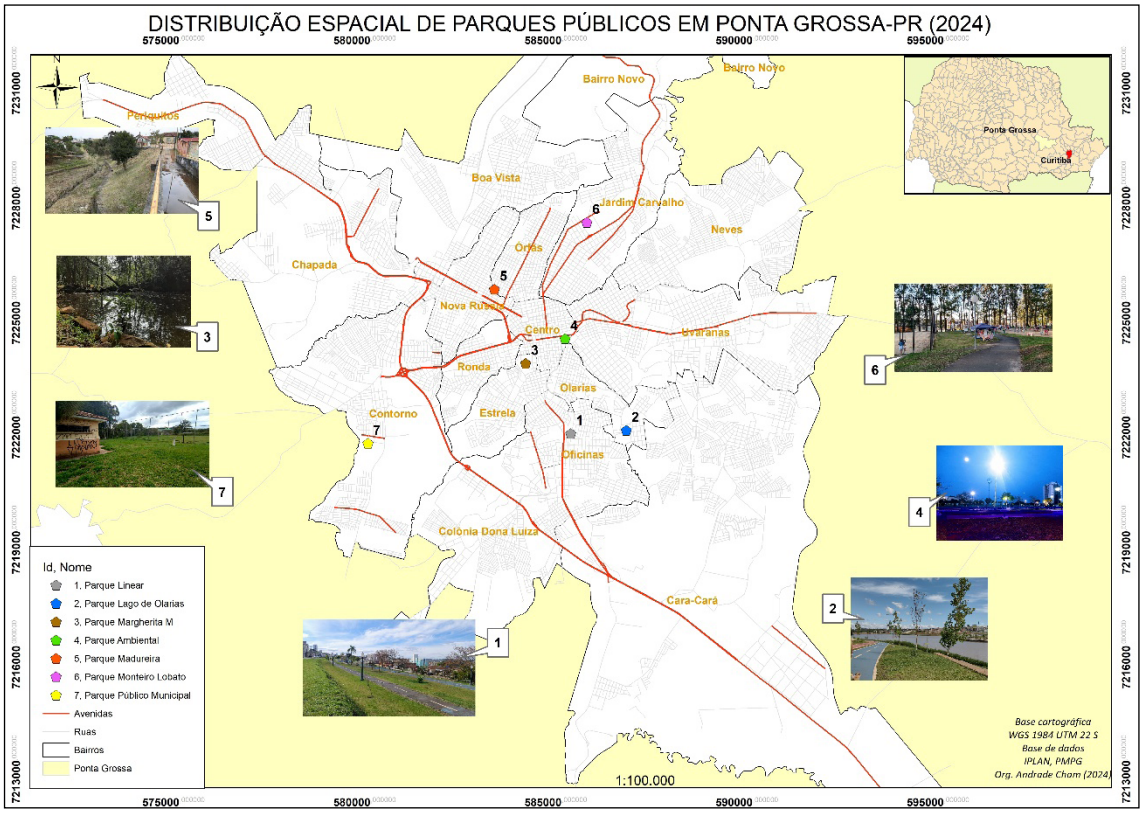
Até hoje, é um importante entroncamento rodoferroviário e localidade de grandes indústrias do ramo alimentício, com destaque nacional. No último censo, em 2022 a população de Ponta Grossa chegou a 358.367 pessoas (IBGE, 2022).



Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 1. Localização do município de Ponta Grossa-PR.

Em todo o seu perímetro, existem dezessete bairros que contam com diversos espaços públicos que compõem as sociabilidades dos moradores, entre eles, parques públicos (Figura 2) como o Parque Ambiental (bairro Centro), Lago de Olarias (bairro de Olarias), Parque Monteiro Lobato (bairro Jardim Carvalho), Parque Madureira (Nova Rússia), Parque Público (Contorno), Parque Margherita Masini (Estrela) e Parque Linear (bairro de Oficinas). Além disso, há também as praças públicas, que são 185 (cento e oitenta e cinco).



Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 2. Distribuição espacial de parques urbanos em Ponta Grossa (PR).

Sobre esses equipamentos urbanos, é possível notar diferentes usos pela população e tratamento diferenciado pelo poder público. No Parque Ambiental, localizado no Centro da cidade, é possível notar, durante todos os dias da semana, a presença de diferentes indivíduos: muitos utilizando a pista de caminhada; alguns praticando esportes; há aqueles com seus animais de estimação; nota-se a presença das crianças no parquinho sorrindo e gritando; há também aquele grupo de pessoas mais silencioso, que apenas senta nos bancos ou na grama e, aprecia sua música nos fones de ouvido ou lê um livro; há as pessoas que passam por ali apressadas, cortando caminho até o destino final. Por fim, as práticas são inúmeras.

Em outro local da cidade, no mesmo horário e no mesmo dia, é possível notar o "silêncio", escuta-se apenas o barulho de ações que ocorrem ao redor, não se ouve risos de crianças, nem conversas distintas, não há ninguém praticando esportes, raramente é possível notar passos apressados de uma ou outra pessoa que corta caminho por ali. Esse local,

diferente do Parque Ambiental, encontra-se em um bairro distante do centro urbano da cidade, trata-se da praça Felipe Chede, localizada no bairro Contorno, periferia da cidade.

Após observar outros espaços públicos da cidade que também estão em estado decadente, sem uso e sem manutenção (praças no bairro Contorno, Chapada, Boa Vista, Colônia Dona Luiza e Cara-Cará), ao mesmo tempo que é notável maior investimento em espaços públicos seletivos como Parque Ambiental e Lago de Olarias, evidencia-se o interesse em preservar alguns espaços em detrimento de outros. Em vista desse fato, este capítulo busca analisar as áreas livres públicas da cidade de Ponta Grossa-PR, principalmente as praças, sob a perspectiva do método regressivo-progressivo de Henri Lefebvre, que identifica e relaciona elementos históricos das relações sociais ocorridos no espaço-tempo.

As mudanças climáticas têm efeitos distintos em diferentes áreas do mundo. Alguns lugares aquecerão mais do que os outros, alguns receberão mais chuvas e outros enfrentarão mais secas. As queimadas são impactantes desde a destruição da vegetação e do solo, como também nocivos à saúde humana e às consequentes quedas na economia.

O presente texto não contempla aspectos climáticos e de resíduos, porém traz este alerta de que as mudanças no clima urbano poderão ser um importante fator que influenciará no comportamento dos ponta-grossenses, pois essas mudanças poderão ser indutoras de novos hábitos de lazer, sob o ponto de vista do acesso aos espaços públicos.

Sobre a metodologia, para o levantamento das informações em relação ao número e ano de criação dessas praças, inicialmente foi utilizada a pesquisa bibliográfica e, em seguida, verificadas as informações, bem como atualizações através do Diário Oficial do Município e visitas em diversas praças durante os finais de semana. Para a elaboração dos mapas, foram utilizados os *shapefiles* disponíveis no site do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa (IPLAN), também foram analisadas imagens de satélite através da plataforma *Google Earth.* A partir dessa base de dados foi utilizado o software *ArcGis* para elaborar mapas e cartogramas.

Nesse trabalho apresenta-se além dessa introdução, usos e conceitos de praças; como ocorre seu surgimento no Ocidente e no Brasil; em seguida, é apresentado o método regressivo-progressivo de Henri Lefebvre, sua aplicação para o recorte espacial dessa pesquisa, que é dividido em três momentos: momento descritivo, em que se descreve o objeto de estudo no presente; o segundo momento é o analítico regressivo, em que há uma regressão na análise temporal do objeto de estudo; e o terceiro momento, histórico genético ou regressivo-progressivo, quando há o encontro entre passado e presente. E, por último, as considerações finais.

Praças: seu papel e usos no espaço urbano

As praças podem ser entendidas como "espaços livres de edificação, públicos e urbanos, destinados ao lazer e ao convívio da população, acessíveis aos cidadãos e livres de veículos" (Robba; Macedo, 2010, p. 17). Sendo um espaço público, de acordo com

Gomes (2002, p. 162) é "[...] antes de mais nada, o lugar, a praça, rua, shopping, praia, qualquer tipo de espaço, onde não haja obstáculos à possibilidade de acesso e participação de qualquer tipo de pessoa" e tratada dessa forma é, também, o "lugar das indiferenças, ou seja, onde as afinidades sociais, os jogos de prestígio, as diferenças, quaisquer que sejam, devem se submeter às regras de civilidade". Segundo Sousa e Oliveira (2010, p. 3) a praça é o "local de celebração da convivência e do lazer dos habitantes" e marco arquitetônico, um palco de transformações históricas e sociais, fundamental para a vida da cidade e dos cidadãos (Dizeró, 2006), bem como é parte importante do espaço urbano.

De acordo com Corrêa (2003, p. 11), o espaço urbano é "fragmentado, articulado, reflexo, condicionante social, cheio de símbolos e campo de lutas – é um produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, e engendradas por agentes que produzem e consomem espaço" e, através das práticas sociais, há uma reorganização do espaço urbano, pois suas formas espaciais podem ser alteradas, mas este nunca deixará de ser simultaneamente fragmentado e articulado. Desse modo, as ações dos agentes modeladores do espaço possibilitam ora a valorização, ora a desvalorização de certas porções desse espaço urbano, bem como seu acesso ou restrição, como é o caso de praças.

Desse modo, um olhar geográfico sobre esses espaços deve nortear-se pela sua concretude, considerar as "práticas e dinâmicas sociais que aí se desenvolvem" (Gomes, 2002, p. 172), e também é necessário "relacionar as dimensões políticas, sociais e aspectos formais e estruturais desses espaços" (Serpa, 2004, p. 22).

O Método Regressivo-Progressivo

A fim de compreender a distribuição espacial, a história das praças da cidade de Ponta Grossa e suas funções sociais e urbanas, esse trabalho busca através do método regressivo-progressivo de Lefebvre, uma possibilidade de análise da dimensão socioespacial das praças no município desde o seu surgimento até os dias atuais.

Apesar de não ser geógrafo, Lefebvre tem papel fundamental na forma como analisamos o espaço. Muitos geógrafos renomados como Milton Santos e Ana Fani Alessandri Carlos se inspiraram em seus trabalhos para elaborar seus próprios conceitos e análises espaciais, uma das obras utilizadas que trata da relação espaço e tempo é *La production de l'espace* (A produção do espaço) publicada em 1974, mais tarde, em 2006, teve sua 4 ª edição (2000) traduzida para o português por Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Na geografia, seu reconhecimento teórico conceitual vem a partir de 1970 na corrente da Geografia Crítica. Atualmente existem vários grupos de estudos dedicados a compreender sua obra nas universidades: USP, UFRN, UFMG e UERJ. De acordo com Fernandes (2022, p. 44).

Henri Lefebvre foi um filósofo que nasceu na França em 1901, participou "ativamente dos debates que envolviam o campo político, econômico e social de seu país e do mundo de forma geral, morrendo aos 90 anos em Navarrenx, França" (Guilherme, 2017, p. 5). Foi

um crítico do urbanismo funcionalista, debateu muito o papel do Estado e as desigualdades sociais e o capitalismo. Ele desenvolveu o método regressivo-progressivo durante a elaboração de sua tese para estudar a realidade rural, possibilitando "captar a historicidade da produção do espaço, estimulando o pesquisador a identificar e relacionar analiticamente os momentos históricos das relações sociais, concepções e objetos apreensíveis em qualquer 'campo' empiricamente pesquisado" (Scheffer; Kachaukje, 2018, p. 67).

De acordo com José de Souza Martins (1996, p. 4), "o método regressivo-progressivo está referido a premissa da totalidade aberta, inconclusa, em que as superações propõem novas contradições e novas tensões, a sociedade movendo-se e transformando-se todo o tempo" , esse método baseia-se em uma análise que parte do presente para o passado, no esclarecimento de processos em curso, e apontamentos para o futuro, em que o fenômeno supera a linearidade e os fatos devem ser compreendidos enquanto "processos articulados nas mais diferentes temporalidades" (Barros, 2018, p. 113).

O método regressivo-progressivo de Lefebvre consiste em três momentos; o primeiro momento é chamado descritivo e consiste na observação, em realmente "ver" o objeto de estudo e descrevê-lo, apoiando-se em embasamentos teóricos "cabe ao pesquisador reconstituir, a partir de um olhar teoricamente informado, a diversidade das relações sociais, identificando e descrevendo o que vê. [...] Nele, o tempo de cada relação social ainda não está identificado" (Martins, 1996, p. 21).

O segundo momento é o analítico-regressivo que prevê, a partir de pesquisa documental e bibliográfica em fontes primárias e secundárias, a análise da realidade considerando contradições e possibilidades e identificando a temporalidade das relações sociais que "apresentam conexões que não são contemporâneas" (Scheffer; Kachaukje, 2018, p. 68) e, como apresenta Martins (1996, p. 21):

> Por meio dele mergulhamos na complexidade vertical da vida social, a da coexistência de relações sociais que tem datas desiguais. Nele a realidade é analisada, decomposta. [...] O que num primeiro momento parecia simultâneo e contemporâneo é descoberto agora como remanescente de época específica. De modo que no vivido se faz de fato a combinação prática de coisas, relações e concepções que de fato não são contemporâneas [...].

O último momento chama-se histórico genético ou regressivo-progressivo. Nele, cabe ao pesquisador fazer o reencontro do presente com o passado de forma clara e explicativa.

> Nesse momento regressivo-progressivo é possível descobrir que as contradições sociais são históricas e não se reduzem a confrontos de interesses entre diferentes categorias sociais. Ao contrário, na concepção lefebvriana de contradição, os desencontros são também desencontros de tempos e, portanto, de possibilidades (Martins, 1996, p. 22).

Sendo assim, o método regressivo-progressivo de Lefebvre permite associar presente e passado e encontrar ou não contradições sobre o objeto através do tempo e espaço. De acordo com Scheffer e Kachaukje (2018, p. 68)

> O potencial do método para desvendar empírica e teoricamente o objeto de pesquisa consiste em uma base de orientação teórico-metodológica, pois busca encontrar não somente a coexistência de relações sociais, que tem datas diferenciadas, mas também as possibilidades de modificação do problema investigado. Estudam-se as particularidades do presente a partir dos legados do passado, assim como indicam-se características futuras. Desse modo, o conhecimento vai sendo construído sob um rol de informações interligadas, em que o real existe num movimento ininterrupto que vincula passado, presente e futuro.

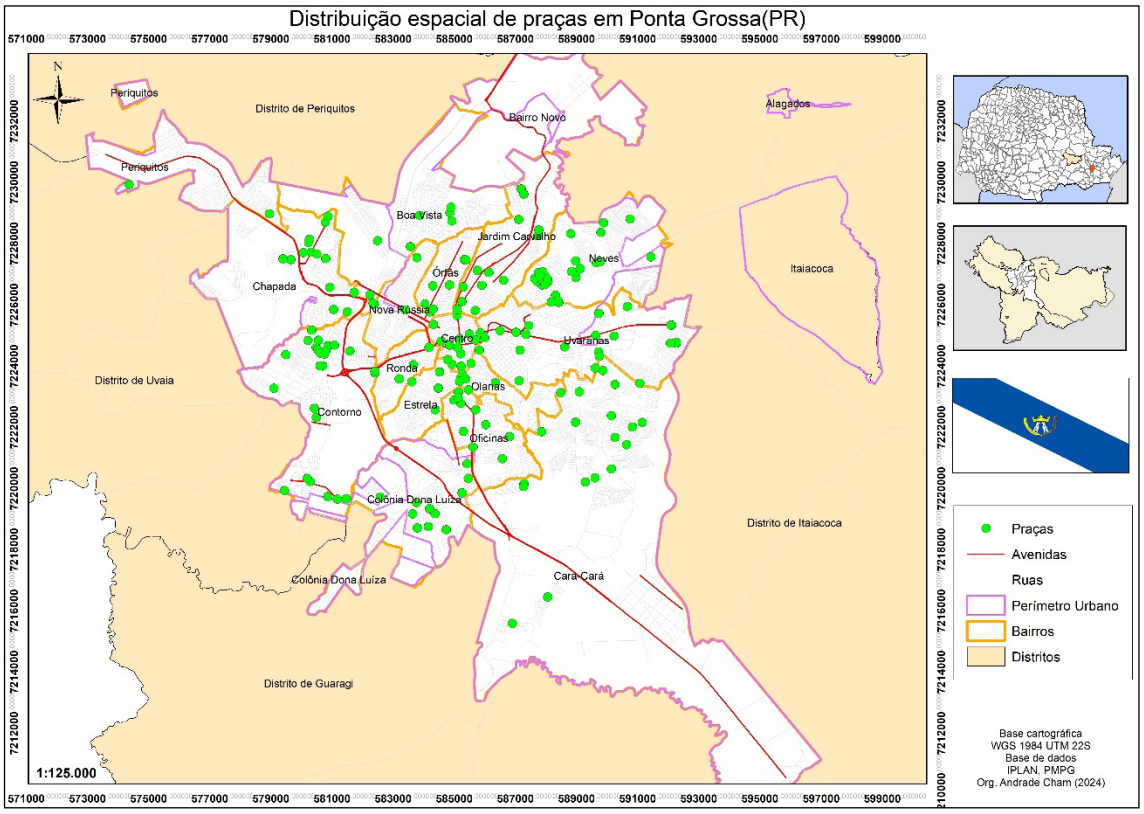
A utilização dos conceitos de Lefebvre se justifica, pois, é indiscutível a atualidade de suas propostas e também porque sua teoria permite estudos locais em diversas escalas, pois, tudo que se passa nos lugares e modifica suas localidades inscreve-se no espaço. Sendo assim, busca-se através da análise regressiva-progressiva não uma fórmula, um modelo abstrato de aplicação ao fenômeno, mas sim apoderar-se da potencialidade desses conceitos para analisar o fenômeno estudado. A seguir apresenta-se a aplicação do método na análise socioespacial das praças da cidade de Ponta Grossa/PR.

Primeiro momento descritivo: as praças de Ponta Grossa em 2024

Nesse primeiro momento, foram realizadas incursões por praças em diferentes bairros da cidade sem um foco de análise específico, como o próprio método sugere. As praças e suas características físicas e sociais foram "vistas" e, em um diário de campo, foram anotadas informações que chamavam atenção, como será apresentado no decorrer do texto, bem como foram tiradas algumas fotografias.

As áreas livres e espaços públicos, dentre eles as praças, e sua distribuição constam como objetivos no Plano Diretor de Ponta Grossa, que teve sua última revisão no ano de 2022. Este plano visa "promover a distribuição dos equipamentos urbanos e comunitários, dos espaços livres de uso público e das áreas verdes, de forma a atender à população residente em todas as áreas do Município" (Ponta Grossa, 2022, p. 3). A partir disso, notou-se que alguns desses locais são mais equipados, possuem melhores estruturas que outros e existe maior movimentação de pessoas. Inicialmente, especula-se que vários fatores podem estar associados à variação de frequência dos moradores a esses locais, como por exemplo a criação de locais de lazer e comércio como os shoppings, os parques urbanos (Parque Ambiental, Parque Linear, Parque do Monteiro e Lago de Olarias), a sensação de falta de segurança ou até mesmo pouca atratividade.

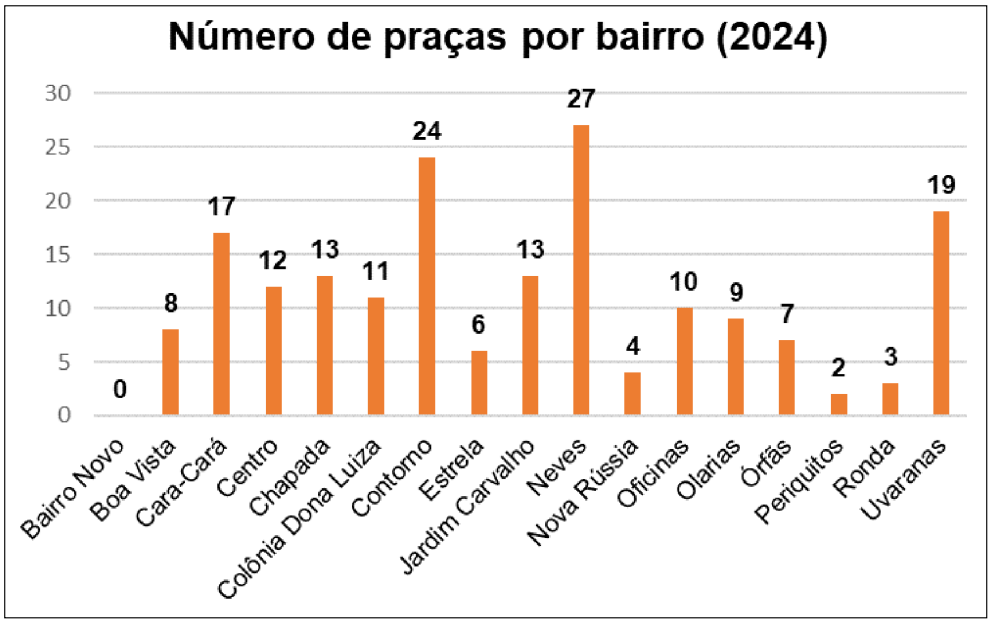
No perímetro urbano de Ponta Grossa, no ano de 2024, existem ao todo 185 (cento e oitenta e cinco) praças de diferentes tamanhos e formas, algumas mais preservadas e equipadas que outras. A Figura 3 apresenta a distribuição das praças no município.



Fonte: Eurich (2018); Diário Oficial do Município de Ponta Grossa (2024). Org. Adriana Ap.de Andrade Cham (2024).

Figura 3. Distribuição espacial de praças em Ponta Grossa-PR.

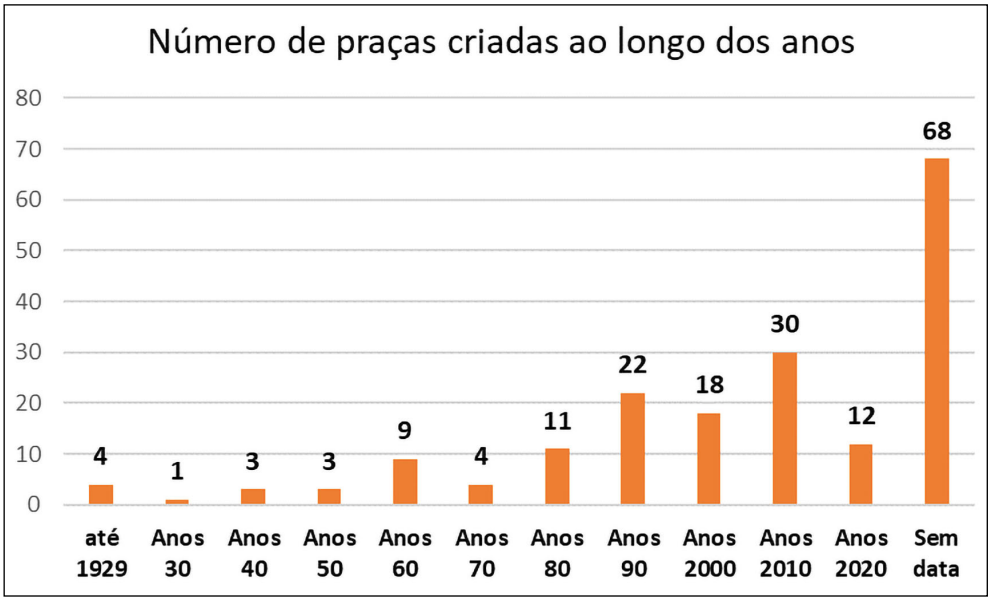
O bairro com o maior número de praças é o Neves, com vinte e sete; o bairro com o menor número é o Bairro Novo com zero, a ausência é justificada pelo fato desse bairro ter sido criado em 2022 e ser um local ainda sem residências, contando apenas com empresas como a DAF Caminhões, a Frísia, e a Maltaria Campos Gerais. Na Figura 4, é possível notar que mesmo bairros extensos como o Boa Vista (8 praças) e o Colônia Dona Luiza (11 praças) tem menor número de praças que bairros menores como o Centro (12 praças). Percebe-se um forte aglomerado de praças ao entorno do Centro. O número total de praças em cada bairro está demonstrado na Figura 4.



Fonte: Diário Oficial do Município de Ponta Grossa (2024). Org. Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 4. Gráfico de número de praças em Ponta Grossa (2024).

Sobre as datas de criação das praças no município de Ponta Grossa chama atenção o número de praças sem informação sobre sua criação e também sem decreto ou lei, como é possível observar na Figura 5. A década de 2010 foi a década com maior número de criação de praças total de 30, já a década de 30 foi a década com menor número, apenas uma.



Fonte: Diário Oficial do Município de Ponta Grossa (2024). Org.: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 5: Criação de praças em Ponta Grossa (1929-2024).

Em relação ao fator centro/periferia, é possível notar que as praças localizadas no bairro Centro são mais arborizadas, possuem diversos equipamentos como parque infantil, academia ao ar livre, pista de caminhada, sanitários, bancos, gramado e calçadas, várias estão ligadas às igrejas, há grande movimento e circulação de pessoas durante todos os dias da semana e existem câmeras de segurança que monitoram todo o perímetro. Nessas praças, também acontecem várias atividades culturais e socioeconômicas muitas vezes promovidas pelo poder público local e parceiros, cita-se peças de teatro do Festival Nacional de Teatro (FENATA), apresentações musicais do Projeto Sexta às Seis, Feira de Artesanato, Feira da Uva e outras feiras típicas e de estações, e, mais recentemente, em 2022 e 2023, algumas praças receberam as atividades do Natal Encantado com montagem de som e luzes, casa do papai Noel, contação de histórias e apresentações musicais[5].

As praças dos bairros periféricos, em sua maioria, só dispõem de parque infantil e academia ao ar livre, muitos equipamentos danificados e muitas das praças sem bancos e, até mesmo, sem placa de identificação. Diferentemente das praças do Centro, as praças dos bairros geralmente ficam próximas às escolas ou CMEI, há também pequenos comércios como bares e mercearias. Nessas praças, é possível notar o descaso (Figura 6) do poder público em promover espaços de lazer para os moradores. De acordo com Gomes (2012, p. 20) o Estado, enquanto poder público, tem a obrigação de "assegurar as praças públicas, entre outros espaços públicos da cidade, sejam providos em quantidade e qualidade suficientes e uma distribuição condizente com as necessidades ambientais e sociais locais". A seguir, apresenta-se o segundo momento do método regressivo-progressivo.



Fonte: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 6. Compilado de imagens de praças de Ponta Grossa.

Segundo momento, o "analítico-regressivo": a expansão urbana e as praças em Ponta Grossa

A sua história e desenvolvimento urbano pode ser contada, de acordo com Sahr (2001) através de seis fases.

A primeira fase diz respeito ao período anterior ao ano de 1920. Nessa fase há a construção de casas e comércios de pessoas mais ricas circundando o largo da igreja, já para as pessoas com menor poder aquisitivo sobravam os terrenos com maior declividade (Chamma, 1988). Já haviam várias atividades comerciais sendo realizadas próximas à Igreja, revelando-se no decorrer dos anos como destino de chegada e morada de pessoas de diferentes regiões do país e do mundo, atraindo tanto as pessoas que buscavam investir, como também atrai pessoas em busca de oportunidades de emprego (Nascimento, 2011). Sobre seu aspecto urbano é possível afirmar

Desde a década de 1850, Ponta Grossa exibe certas características urbanas que se mostram revigoradas na década de 1870: inúmeras casas comerciais onde de tudo se vendiam e que já clamavam por um Banco para facilitar as transações; havia novas profissões como advogados e médicos e oleiros (Gonçalves; Pinto, 1983, p. 31, *apud* Gomes, 2009, p. 20).

Com a instauração da ferrovia em 1896 acelerou-se ainda mais o processo de crescimento urbano de Ponta Grossa, se tornando "um grande centro comercial, cultural e social" (Ponta Grossa, 2007, p. 27). A ferrovia transformou a cidade em um grande entroncamento ferroviário e de entreposto comercial, fortalecendo a economia e ampliando a possibilidade de comércio de mercadorias, atraindo destacados fluxos de pessoas que escolheram esse local para fixar moradia (Nascimento, 2011).

A ferrovia fortaleceu, mesmo que de forma incipiente, o enfoque interno na urbanização, houve uma certa ordenação das ruas e articulações urbanas, assim como a colocação de postes nas vias centrais e melhorias estruturais próximo a casas das elites (Bohatch, 2017), nesse período já existiam em Ponta Grossa alguns estabelecimentos de alcance regional (Sahr, 2001).

De acordo com Monastirsky (2001, p. 43) a relação da ferrovia com Ponta Grossa vai além das relações trabalhistas, já que sua implantação provocou mudanças no comportamento social e cultural do ponta-grossense. Próximo à estação de passageiros (Estação Ponta Grossa) toda uma estrutura foi criada "para atender os visitantes, composta de hotéis, pensões, bares, restaurantes, lojas de varejo, além daquelas edificações destinadas às cargas, como depósitos, armazéns". Um espaço público virou ponto de encontro e sociabilidade na cidade durante esse período, a Praça João Pessoa, situada em frente à estação. Com a chegada dos trens (Linha São Paulo-Rio Grande) chegavam à cidade personagens e pessoas ilustres que chamavam a atenção da população e o local era transformado em ponto de encontro e festividade.

Nesse período existiam quatro praças (Figura 7)[6] que eram utilizadas nas celebrações e espaços de encontro da população: Praça Santos Andrade[7] (1900), Praça Marechal Floriano Peixoto (1908), Praça Barão de Guaraúna e Praça Barão do Rio Branco (1912), todas localizadas hoje no bairro Centro.

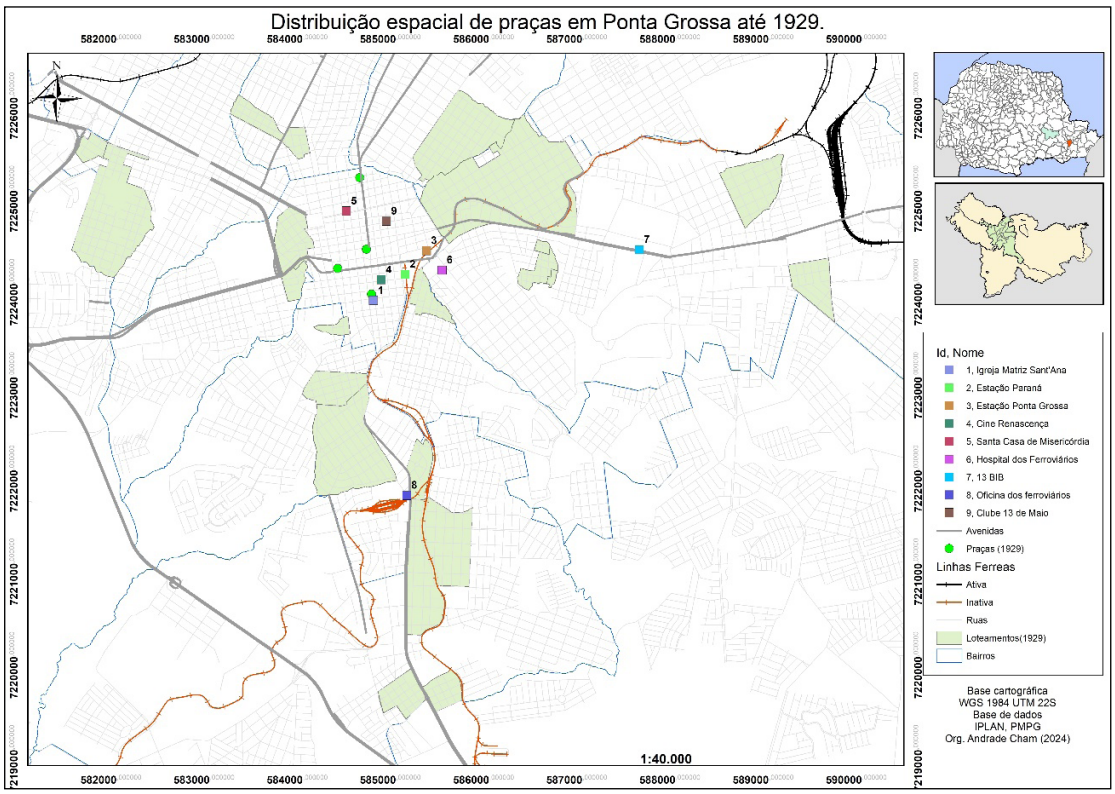


Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 7. Compilado de imagens das praças: Santos Andrade, Marechal Floriano Peixoto, Barão de Guaraúna e Barão do Rio Branco.

Na segunda fase (1920-1929), a ocupação e expansão da cidade ocorreu ao longo do traçado da estrada de ferro (Sahr, 2001), com loteamentos implantados na sua margem (inicia-se o crescimento de forma tentacular), dois bairros importantes para o funcionamento da ferrovia se desenvolveram – o bairro de Oficinas, onde estavam localizadas as oficinas dos ferroviários e também suas moradias, e o bairro de Uvaranas, onde ficava o antigo Hospital dos Ferroviários (conhecido como 26 de Outubro) e localização do 13º Regimento de Infantaria – 13 BIB, criado em junho de 1923 juntamente com sua banda musical que passaria a partir daí a participar de celebrações, festas e outros eventos cívicos na cidade. Além disso, a utilização de espaços culturais já existentes e a criação de novos colaboraram para a transformação do modelo ruralista para um sentido mais moderno da cidade de Ponta Grossa (Gomes, 2009).

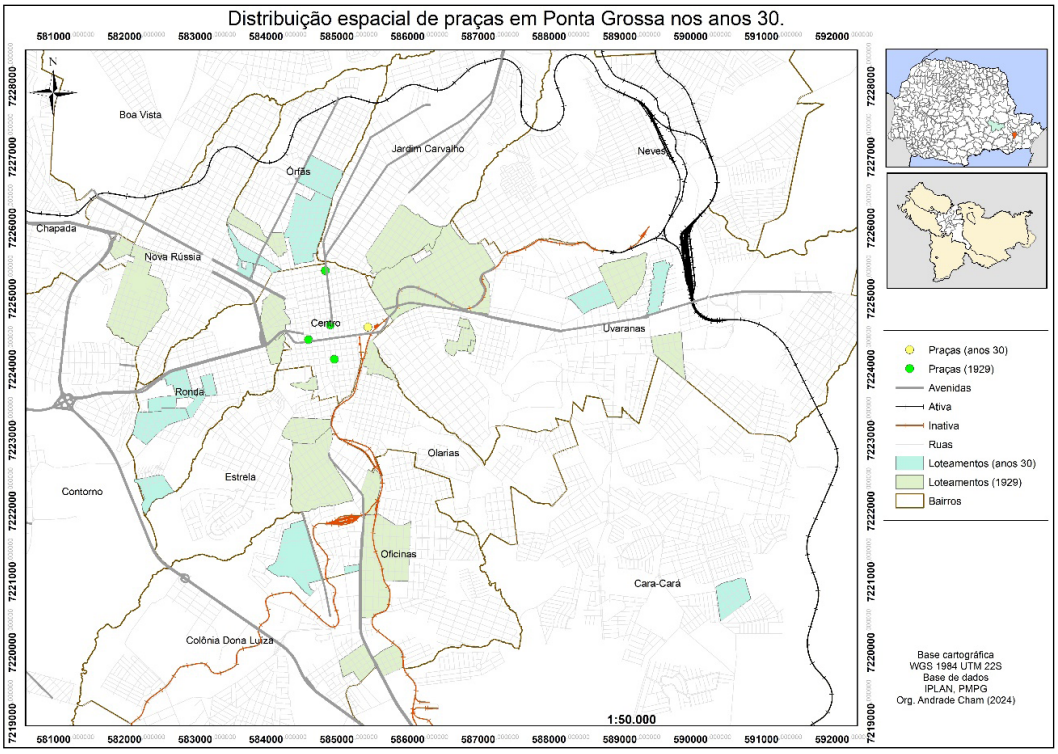
Nessa segunda fase de expansão, não há a criação de praças. A Figura 8 apresenta a localização dos novos loteamentos e as praças existentes, nota-se que as atividades de lazer ainda se concentravam nos equipamentos culturais existentes no Centro.



Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 8. Distribuição espacial de praças em Ponta Grossa até o ano de 1929.

Já na terceira fase de expansão de Ponta Grossa (1930-1939) ocorreram diversas mudanças na estrutura da cidade, como a implantação de rodovias além da derrubada de vários prédios e construções de outros, para finalidade social e produtiva, bem como ocorre a arborização de praças e ruas (Berto, 2008). Há também a criação de loteamentos alongados: Bairro Órfãs, Nova Rússia e Ronda. Sahr (2001) afirma que nesse período esses bairros eram predominantemente residenciais, com pouquíssimos estabelecimentos de serviços e comércio. Em 1931, mais uma praça é criada no Centro, trata-se da praça João Pessoa (Figura 9).

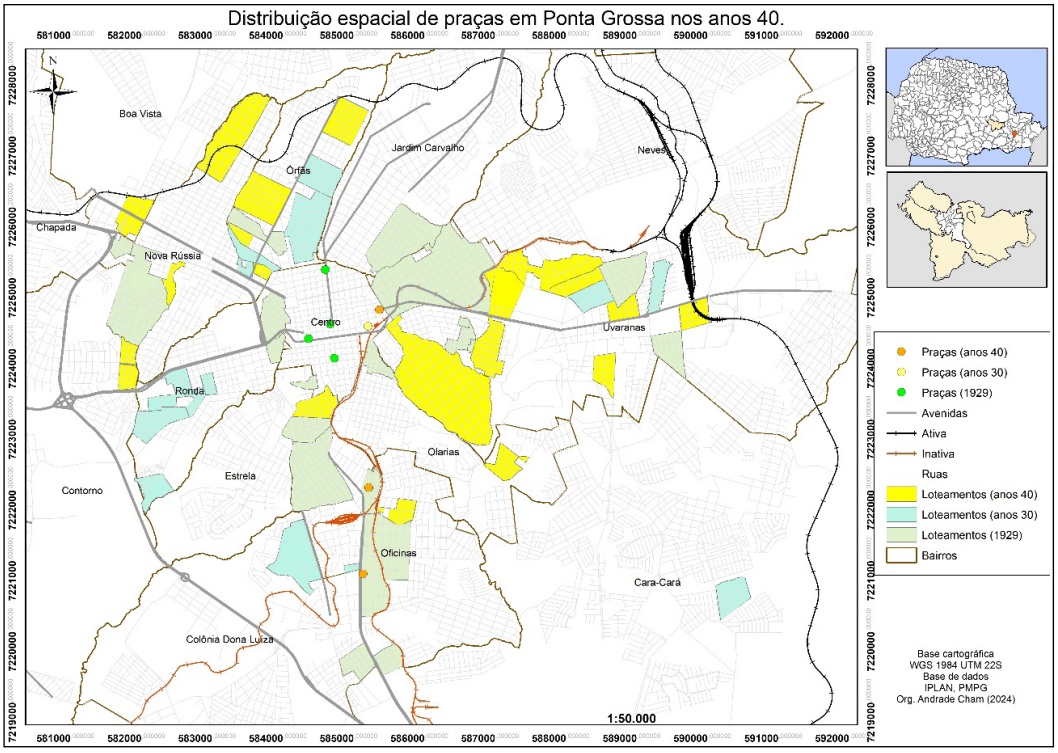


Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 9. Distribuição espacial de praças em Ponta Grossa nos anos 30.

A quarta fase (1940-1949) foi o período de maior expansão do espaço urbano da cidade de Ponta Grossa, quando ocorreu a criação de diversos loteamentos, o que "demonstra um forte processo de especulação imobiliária" (Sahr, 2001, p. 27). Nesse período houve a expansão de áreas residenciais, sobretudo, nos bairros Órfãs e Nova Rússia, este incorporando cada vez mais a instalação de estabelecimentos industriais e de comércio, destaque para a Avenida Ernesto Vilela e Avenida D. Pedro II, principais eixos de ligação entre esse bairro e o Centro tradicional.

Sahr (2001) explica que o bairro de Uvaranas foi o que mais se expandiu durante esse período e há, pela primeira vez, a ocupação de encostas. Além disso, um importante eixo da cidade começou a se desenvolver: a Avenida Carlos Cavalcanti onde, gradativamente, vão se instalando estabelecimentos em sua extensão. Scheffer e Kachaukje (2018) complementam essa informação afirmando que nesse período foram entregues seis empreendimentos residenciais: Jardim Brasil, Vila dos Ferroviários, 31 de Março, Operários do DER, Senador Flávio Carvalho Guimarães e Coronel Luiz Gonzaga Pereira da Cunha. Entretanto, a maioria das atividades econômicas ainda aconteciam no Centro, que teve seu desenvolvimento acentuado. As praças criadas (Figura 10) nesse momento foram: a Praça Duque de Caxias (1941, Centro), a Praça Guairacá e a Praça Simão Bolivar (1944, Oficinas).

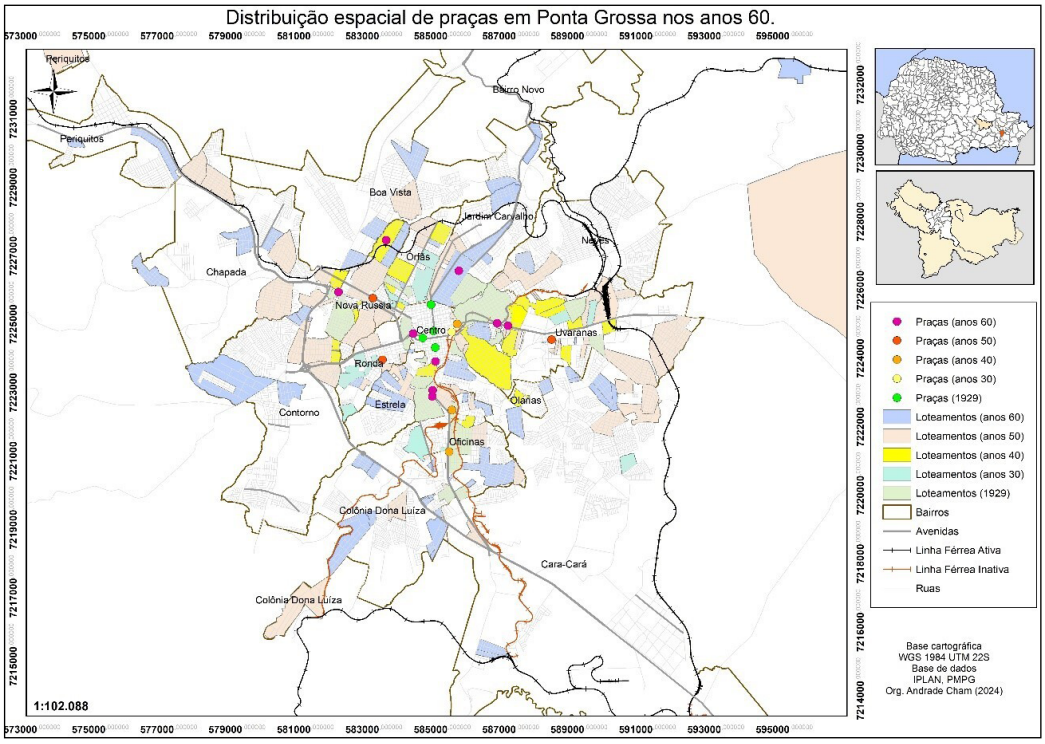


Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 10. distribuição espacial de praças em Ponta Grossa nos anos 40.

Os anos de 1950 a 1969 (quinta fase) são apontados por Sahr (2001) como o período de maior expansão em termos de área do espaço urbano ponta-grossense. A cidade cresce anarquicamente para diferentes direções, assim como houve o crescimento ao redor dos loteamentos já instalados, há o crescimento de áreas periféricas e de difícil acesso. Em vista desse crescimento desordenado, em 1967 foi criado o primeiro Plano Diretor de Ponta Grossa com intuito de ordenar o espaço urbano que crescia rapidamente. De acordo com Madalozzo e Souza (2019), os autores do plano fizeram vários apontamentos sobre a expansão urbana de Ponta Grossa, que crescia além das estruturas dispostas naquele momento, e a ausência de orientação para a ocupação urbana da cidade acarretava, entre alguns fatores, em condições de comunicação social, política e cultural precárias, além disso, Gomes (2009, p. 43) afirma que a existência do Plano Diretor foi apenas uma formalidade e cumprimento da legislação, pois as propostas de ordenamento espacial contidas no documento foram "ignoradas, levando o poder público municipal a ações setoriais, impedindo a utilização maximizada dos equipamentos urbanos" e ainda, a falta de uma legislação específica sobre a delimitação do perímetro urbano foi outro fato que ocasionou para a expansão desordenada da área urbana da cidade.

Nessa fase foram criadas onze praças (Figura 11), distribuídas entre os bairros e os loteamentos, percebe-se que a localização das praças acompanha o ordenamento espacial que se dava a partir das principais vias de acesso: Avenida Visconde de Mauá, Avenida General Carlos Cavalcanti, Ernesto Vilela e Monteiro Lobato.



Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 11. Distribuição espacial de praças nos anos 60.

Na sexta e última fase (a partir de 1970) o "parcelamento do solo urbano passou a ter um controle maior do que nas fases anteriores" (Sahr, 2001, p. 27), além disso, o poder público municipal passa a incentivar a industrialização da cidade, há a instalação do parque industrial e com essa medida "diversas indústrias, tanto de capital nacional como estrangeiro (em sua maioria ligadas ao complexo agroindustrial da soja), instalaram-se na cidade" (Nascimento, 2011, p. 78). A industrialização combinada com a modernização do setor agrícola no estado contribuiu para o crescimento populacional em Ponta Grossa. Diversas pessoas vindas do campo buscavam aqui melhores condições de vida, ocasionando no crescimento da periferia da cidade através dos núcleos habitacionais e o problema da desigualdade socioespacial se tornava relevante, "por consequência, os primeiros planos urbanísticos da cidade, assim como os demais projetos desenvolvidos pelo poder público, passaram a contemplar discussões e propostas" (Madalozzo; Souza, 2019, p. 433).

Nas décadas de 1980, 1990 e 2000 o contingente populacional de Ponta Grossa continuou crescendo, desse modo houve um aumento significativo na criação de bairros e conjuntos habitacionais, bem como o fortalecimento do processo de verticalização da cidade, além da aprovação de um novo Plano Diretor (1992) que ordenaria o espaço urbano de Ponta Grossa. Sobre os conjuntos habitacionais, Gomes (2009, p. 77) afirma:

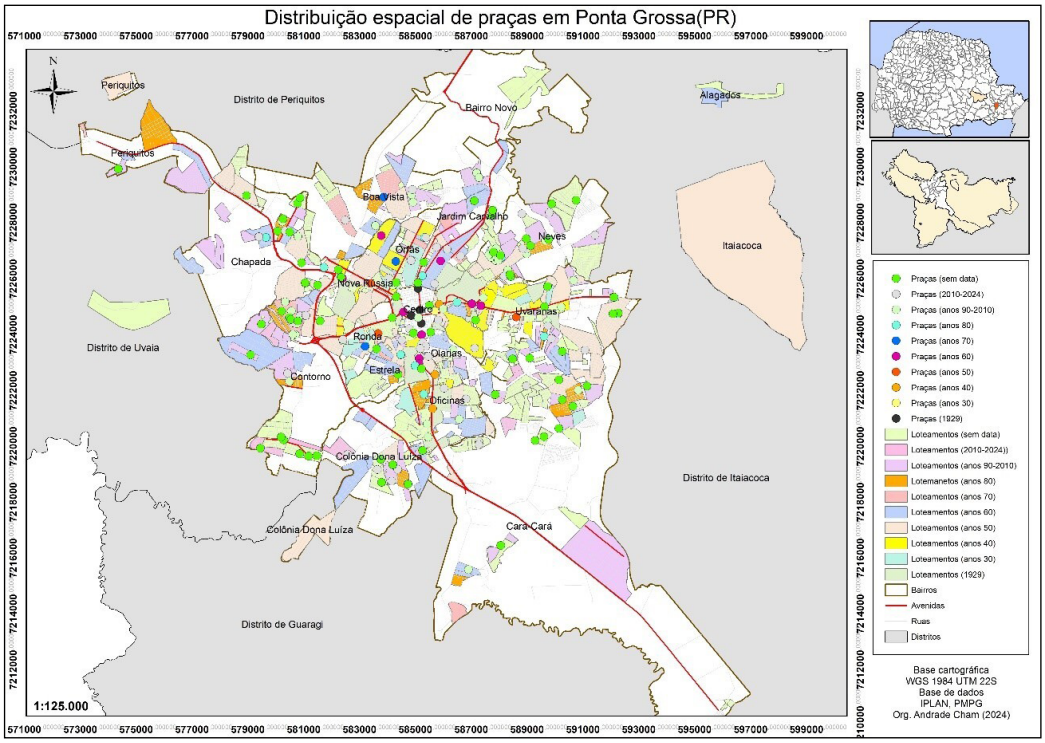
> A maioria desses conjuntos seria destinado a suprir a carência de mão-de-obra nas regiões onde o crescimento de novas atividades econômicas era expoente. Porém, essa intenção mostrou-se frustrada, quando as instituições responsáveis pelos projetos habitacionais adotaram a renda como parâmetro na venda das habitações. Esta atitude afetou diretamente o processo de inclusão-exclusão social, ao eleger aquelas famílias com renda suficientemente alta para cumprir as exigências das formas de parcelamento, na aquisição do imóvel, e deixando de atender a parcela mais carente da população. Só que essa parcela da população, com condições de cumprir as exigências das formas de pagamento, tinham predominantemente seus empregos localizados na área central e em outras regiões da cidade. Justamente onde a existência de atividades econômicas era mais densa (Gomes, 2009, p. 77).

Nesse período (anos 1980, 1990 e 2000) a cidade experimentou o desenvolvimento no setor de transportes, passou a ser apresentada como a "Cidade do Caminhão". Esse setor se fortaleceu ao redor da BR 376, Avenida Souza Naves e PR 151, com o incremento dos conjuntos habitacionais houve a ampliação do transporte coletivo. O bairro Nova Rússia se consolidou como o subcentro comportando diversas atividades comerciais e de serviços, hospitais, escolas, praças, colégios, supermercados e igrejas. O mesmo ocorreu com o bairro Oficinas que desde a implantação de diversas indústrias já demonstrava sinais de crescimento, o mesmo ocorreu com o bairro Uvaranas que em 1990 recebeu as instalações do Campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa e em seu entorno foram construídas diversas moradias estudantis. Para o comércio foram construídos o Shopping Total no ano de 2000 no bairro Nova Rússia e o Shopping Palladium no Centro, próximo ao terminal central de transporte coletivo.

Também ocorreu a remodelação do local onde estava a linha férrea: Estação Saudade e Estação Arte. Toda região ao entorno do pátio central da estação ferroviária sofreu desvalorização (o processo da retirada dos trilhos no centro iniciou em 1980), as edificações de moradias foram no decorrer dos anos sendo substituídas por casas comerciais, assim como diversas casas de diversão noturna e bares "marcando essa zona como uma área de meretrício" (Gomes, 2009, p. 52). A revalorização dessa área ocorreu no início dos anos 90 com a implantação do terminal central de transporte urbano e também do Complexo Ambiental Governador Manoel Ribas em 1995, um dos mais importantes espaços públicos da cidade.

Em relação às praças, o relevante crescimento na criação delas se dá a partir de 1980, isso ocorreu em decorrência da nova Lei Federal nº 6.766/79, que previa que novos loteamentos a serem implantados deviam destinar no mínimo 35% de sua área para o uso público, podendo ser transformados em praças, parques, áreas verdes ou edifícios públicos, salvo os loteamentos de uso industrial (Eurich, 2018).

A Figura 12 apresenta a distribuição espacial dos loteamentos e praças criadas de 1970 até 2022, nesse período, foram criadas noventa e sete praças, nessa figura é possível perceber que vários loteamentos ainda permanecem sem nenhuma praça.



Fonte: Organização: Adriana Ap. de Andrade Cham (2024).

Figura 12. Distribuição espacial de praças em Ponta Grossa (1970-2024).

Pode-se compreender a expansão e desenvolvimento urbano de Ponta Grossa através da análise de Gomes (2009) e Nascimento (2011), que afirmam que esses processos ocorreram em formato tentacular, seguindo preferencialmente, mas não de forma determinante, os principais eixos estruturais da cidade (inicialmente a ferrovia e as vias de acesso entre o Centro e o restante do perímetro e ligações com cidades vizinhas), bem como é possível notar que houve o "aumento da ocupação urbana nas cabeceiras dos principais cursos d'água urbanos (arroios Pilão de Pedra, Olaria, do Padre, Ronda e Lajeadinho) todas nas proximidades da área central" (Nascimento, 2011, p. 85), além disso, houve uma contínua fragmentação e segregação socioespacial.

As atividades comerciais e bens de serviços localizavam-se no Centro, bem como as residências das classes sociais mais favorecidas ao seu redor, enquanto que a parcela da sociedade mais pobre fixou suas moradias nas áreas mais periféricas e de relevo com maior declividade, além da maior distância a ser percorrida para os deslocamentos até os locais de trabalho, de lazer ou ao centro comercial. Já as atividades econômicas de grande porte foram instaladas nas "áreas mais planas próximas às linhas de acesso à cidade e as rodovias foram destinadas aos usos industriais e comerciais" (Gomes, 2009, p. 129).

A breve descrição da criação dos loteamentos e conjuntos habitacionais de Ponta Grossa não é suficiente para compreender o desenvolvimento urbano da cidade, pois se trata de um fenômeno complexo. Entretanto, é possível afirmar que houve um crescimento populacional e extensão da malha urbana de forma desordenada em decorrência dos diversos agentes que ainda hoje influenciam na transformação do espaço urbano. Nota-se que o poder público deveria nortear ações para o desenvolvimento social de todas as classes sociais, entretanto, as pessoas de renda mais baixa foram alojadas em residências e núcleos habitacionais distantes do centro (local onde se desenvolvia o comércio e atividades culturais e de lazer), inicialmente sem saneamento básico, energia, ruas asfaltadas e transporte coletivo, além de equipamentos públicos de lazer como as praças. É possível perceber falhas no planejamento urbano de Ponta Grossa, e notar que as leis municipais referentes ao zoneamento privilegiaram o Centro da cidade, aumentando as atividades econômicas, sociais e culturais, privilégio que apenas a classe de renda média tinha acesso.

Terceiro momento histórico genético ou regressivo-progressivo: praças de Ponta Grossa ontem e hoje

A partir da busca das informações sobre o surgimento e criação das praças, é possível notar que suas localizações não acontecem ao acaso, mas não foram totalmente planejadas, até porque o desenvolvimento da cidade de Ponta Grossa não foi planejado, ela cresceu e se expandiu de forma desordenada, por isso em alguns bairros há mais praças e, em outros, há números menores, mesmo assim, elas estão estritamente ligadas ao desenvolvimento urbano da cidade Ponta Grossa e merecem um olhar atento do poder público.

Suas funções sociais são diversas, as primeiras praças surgiram ligadas a igrejas por ser até hoje fortes instituições em Ponta Grossa. Além disso, era nessas praças (Centro) que as pessoas, quando saíam do cineteatro, acabavam parando para conversar, trocar informações e até mesmo namorar.

Durante muitos anos existiam praças apenas no Centro, e esses locais serviam de lugares de lazer para uma parcela da sociedade, visto que vários loteamentos foram surgindo em locais mais distantes que tinham a função apenas de moradia. É só a partir de 1980, através do Projeto Cura[8], que bairros como o "Órfãs recebe uma série de melhorias", inclusive praças de lazer (Madalozzo; Souza, 2019, p. 434). A pergunta que não é possível responder nesse momento é: "em que lugares os moradores desses loteamentos podiam usufruir de momentos de lazer, sabendo que as praças não existiam próximas a suas residências"?

Um outro ponto que chama atenção na história do surgimento dessas praças é a sua utilização e disputa por vários grupos sociais, os "religiosos" frequentadores e membros das igrejas, os estudantes, os soldados, os comerciantes, as crianças e, mais tarde, como é o caso da praça Barão do Rio Branco, a disputa pelo espaço da classe trabalhadora e moradores em geral, que esperavam ali o embarque e desembarque do transporte coletivo[9].

Esses locais (Figura 13) fazem parte da memória individual e coletiva dos ponta-grossenses. Foram palco de eventos importantes como a comemoração do Centenário da Independência em 1922 (Praça Barão do Rio Branco); uma das praças foi ligada a um cemitério, como é o caso da praça Barão de Guaraúna; e atualmente, além da passagem de religiosos, é o local de encontro de passeatas e manifestações políticas. A praça Getúlio Vargas foi o local de abrigo de um zoológico onde existiam diversos animais selvagens, como leões e onças pintadas, fato que faz a praça ser conhecida até hoje como "Praça dos Bichos".



Fonte: Adriana Ap. de Andrade Cham (2023).

Figura 13. Compilado de imagens das praças Barão do Rio Branco e Getúlio Vargas.

Apesar das praças localizadas em bairros distantes do Centro surgirem em um período recente, também têm suas histórias[10]. Os moradores utilizam desses locais para usufruir de momentos de lazer em família, para se exercitar e cuidar da saúde, em razão da grande maioria delas possuir a instalação de academia ao ar livre, e é nesses espaços que muitos jovens desenvolvem habilidades esportivas, podendo utilizar as quadras de esportes em algumas delas sem nenhum custo. Sobre esse aspecto, um caso interessante é da praça BMX Green River (Figura 14), no bairro Neves, onde os atletas da comunidade, que vinham usufruindo desse espaço antes mesmo de ser identificado como praça pelo poder público, realizaram melhorias no local como a compactação do solo para a formação de três rampas de ciclismo com diferentes medidas.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente juntamente com a Secretaria do Esporte realizou a limpeza do terreno, a colocação de pedras britas para instalação da pista de

caminhada, a implantação de bancos, o plantio de gramado, arbustos e mudas de árvores e também realizou o cerco das rampas com pneus para proteção dos atletas.



Fonte: Adriana Ap. de Andrade Cham (2023).

Figura 14. Praça BMX Green River no bairro Neves.

A praça Marechal Floriano Peixoto, que marca o início da urbanização de Ponta Grossa, é a primeira a ser tombada pelo Conselho Municipal de Patrimônio Cultural (COMPAC), com a intenção de preservar características históricas e a memória da cidade através de vários monumentos presentes por todo o local, como o monumento em homenagem aos fundadores, monumento à bíblia e o monumento do sesquicentenário. Fato é que essa praça foi parar no topo das manchetes de diversos jornais no fim do ano de 2022 e início de 2023 em razão de um grupo específico de pessoas que se apropriaram do local para atingir um objetivo em nível nacional: um golpe de estado.

Logo após as eleições presidenciais, na primeira semana de novembro de 2022, um grupo de pessoas apoiadoras do presidenciável não eleito Jair Messias Bolsonaro, ocuparam a praça Marechal Floriano Peixoto para pedir a anulação da eleição em que Luiz Inácio Lula da Silva foi eleito democraticamente para o cargo de Presidente da República. Essas pessoas se instalaram com barracas e lonas amarradas nas árvores e fincadas ao chão, levaram comida, bandeiras e faixas pedindo desde intervenção federal até novas eleições e instalaram banheiros químicos ao redor e sobre o gramado da praça.

Durante o período de acampamento, realizaram orações diárias em frente à 5º Brigada de Cavalaria Blindada, que fica na rua ao lado da praça (Rua Sant'Ana), até um casamento entre os membros do movimento foi realizado no acampamento e noticiado por jornais de todo o país (Correio Braziliense, 2022). A ocupação dessa praça por esse grupo de pessoas,

além de ser uma ação antidemocrática, ocasionou diversos problemas para a cidade. Alguns moradores reclamaram do barulho dos carros de som, do congestionamento de trânsito causado pelo fechamento das ruas ao redor da praça, houve um episódio de agressão a um funcionário da Pró-reitora de Extensão e Assuntos Culturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Proex/UEPG), que tentava fotografar um desentendimento que ocorria na praça no momento e teve sua camisa rasgada pelos ocupantes (Jagnow, 2022), e ainda, o Festival Nacional de Teatro (FENATA)[11] teve uma das apresentações com mudança repentina de local que aconteceria na praça no dia 10 de novembro de 2022 e, por causa do acampamento, teve que ocorrer na Biblioteca Pública Municipal.

Durante todo o período de acampamento, pessoas de vários segmentos da sociedade questionavam-se sobre a legitimidade da "manifestação", que se dizia "democrática" pelos "manifestantes". Vereadores (Josi do Coletivo PSOL e Dr Erick do PSDB) de Ponta Grossa exigiram explicações da prefeitura referente à utilização e cerceamento da praça, bem como a Secretaria Municipal de Cultura pediu que fossem tomadas providências pois se tratava de um espaço tombado como patrimônio cultural. Diferentemente dos vereadores, o padre Antônio Ivan de Campos, pároco da Catedral Sant'Ana (Igreja ligada à praça), afirmou que a manifestação era um direito constitucional, mas pediu que os atos não fossem conflitantes com as celebrações religiosas (Natal, 2022).

Esse grupo de pessoas, além de realizarem manifestações antidemocráticas, cercearam o acesso a uma das principais praças da cidade, usaram um espaço público para uso privado, quem fosse contrário aos pedidos que o grupo ali fazia era impedido de frequentar o local e, muitas vezes, até rechaçado. É espantoso perceber que o poder público local não tomou nenhuma atitude para desmantelar o acampamento e livrar a praça, mesmo com pedidos de vereadores e da Secretaria Municipal de Cultura, a desocupação só ocorreu no dia 1 de janeiro de 2023, logo após a posse do presidente Lula. Além disso, a prefeitura não identificou os responsáveis pelos danos causados na praça, mesmo havendo diversos vídeos e imagens nas redes sociais dos envolvidos.

A Secretaria do Meio Ambiente, com verba pública, revitalizou a praça e custou aos cofres públicos cerca de cinquenta mil reais para os reparos (aRede, 2022). O compilado de imagens a seguir demonstra como era a praça antes e depois da ocupação, conforme Figura 15.



Fonte: Adriana Ap. de Andrade Cham (2023).

Figura 15. Compilado de imagens da Praça Marechal Floriano Peixoto.

Por fim, percebe-se que o poder público vem, atualmente, buscando realizar mais atividades em espaços públicos, entre eles as praças, com apresentações culturais e eventos socioeconômicos, entretanto, ainda são ações direcionadas ao Centro, em razão de ser esse o bairro com as praças melhores equipadas, o que propicia o fortalecimento do Centro em descompasso com a periferia. Além disso, é preciso que haja melhor distribuição desses espaços pelos bairros, bem como a fiscalização, acompanhamento e manutenção dos mesmos, para que não se tornem locais de tráfico de drogas, prostituição e acúmulo de lixo, e de acordo com Barros e Virgílio (2003, p. 537) "é de extrema importância que o planejamento urbano se preocupe em destinar áreas para praças, igualitariamente em todo perímetro urbano, democratizando os benefícios proporcionados por elas".

É possível notar que alguns dos usos das praças permanecem, como o lazer e a sociabilidade, entretanto, atualmente algumas das praças tornaram-se motivo de preocupação da sociedade por questões de segurança, como é o caso da praça Barão do Rio Branco, que se tornou ponto de consumo e venda de drogas e prostituição. Essas praças também se tornaram local de moradia e distribuição de alimentos a pessoas sem-teto, bem como locais de vários animais abandonados. As praças também são espaços de vendas de diversas mercadorias de vendedores ambulantes e artesãos. Enfim, são múltiplos usos ou múltiplos territórios de apropriação de diversas categorias e/ou agentes.

Se inicialmente elas foram criadas junto a igrejas, na atualidade encontram-se próximas a instituições de ensino como CMEIs e escolas. Antes projetadas em conformidade

com os aspectos que davam ar de modernidade a cidade, agora há a preocupação com a arborização urbana. A discrepância e desigualdade no número e na qualidade das praças dos bairros em relação ao Centro é um fato que permanecerá, visto que as praças no Centro têm fiscalização diária, as praças nos bairros só são revitalizadas quando estão em estado crítico ou em datas comemorativas referentes ao município (como foi o caso da comemoração de 200 anos de Ponta Grossa).

A nomeação das praças pelo poder público é algo que precisa ser revisto. Muitas vezes locais como rotatórias, canteiros ou trevos são decretadas como praças, entretanto, estas não cumprem seu papel social visto que não são equipadas e de difícil acesso por se tratar de locais de grande movimento de veículos.

É preciso que o poder público local realize constantemente pesquisas de opinião junto aos moradores buscando saber se esses espaços estão atendendo as demandas de cada bairro, pois a maioria das praças distribuídas por Ponta Grossa seguem um padrão: aparelhos de academia de idosos, balanços e campo de futebol *society*, equipamentos que acabam deteriorados com o tempo. Além disso, o poder público por meio das diversas secretarias poderia utilizar esses espaços para além das atividades físicas como espaços de acesso à arte e à cultura, através dos editais culturais promover a descentralização cultural tão presente no município.

Considerações finais

As praças são importantes espaços públicos em Ponta Grossa, fazem parte da sua paisagem urbana e são referências de acontecimentos por diversas classes sociais. Ao longo de sua existência de 200 anos, as praças dessa cidade abrigaram diferentes formas de ocupações, ora legítimas e ora ilegítimas.

O método regressivo-progressivo de Lefebvre possibilitou uma análise dos fatores sociais, culturais e físicos das praças em Ponta Grossa. O caminho proposto nesse método, "ida e volta", do presente para o passado, por meio de relações entre eles, demonstrou que as praças de Ponta Grossa são importantes espaços urbanos para a sociedade, seja para o lazer, para manifestações políticas, para a preservação da memória local e/ou para o embelezamento da paisagem urbana da cidade. Porém, até os anos 1980, não tiveram o devido reconhecimento pelo poder público, criaram e preservaram poucos desses equipamentos urbanos, praças públicas, e muitos deles próximos ao Centro.

Além disso, a partir da aplicação do método, é possível notar que a distribuição espacial das praças ocorre de forma desigual, assim como o desenvolvimento urbano da cidade, o que contribui para um espaço urbano segregador. Ainda, é possível afirmar que um dos objetivos do Plano Diretor não vem sendo cumprido pelo poder público, que seria promover a distribuição desses equipamentos urbanos por todas as áreas de Ponta Grossa, e, com a falta desses espaços livres e públicos como as praças, um dos princípios do mesmo plano não é efetivo para todos os moradores, que seria o lazer.

A partir das figuras apresentadas das praças podemos afirmar que representam espaços modificados ao longo do tempo. São paisagens, pretérita e presente, cujo elementos históricos da sociedade estão representados. As praças são espaços dinâmicos que mudam juntamente com a sociedade, por isso, pouco importa o modelo ou forma de praça.

Esses lugares concentram significações e são densos de sentidos, simbolizam a cidade e são formas excepcionais na construção de suas imagens, são veículos privilegiados de comunicação social e atraem um número significativo de cidadãos.

Afirma-se que a população só utiliza as praças públicas quando essas estão em boas condições, seja em segurança, em estrutura e revelam a pluralidade cultural e vitalidade da cidade. Nesse sentido, é importante o papel do poder público, o de manutenção desses espaços, e não utilizar apenas como moeda de troca ou capital político para fins eleitorais. O poder público é o detentor dos interesses coletivos e dessa forma deve cumprir esse ideal de coletividade com planos e ações para atender mudanças, na produção de equipamentos, infraestrutura e atividades em relação à diversidade de público e usuários.

Ainda que não tratado neste capítulo as mudanças climáticas, fica o alerta de que em breve haverá necessidade de intervenção dos espaços públicos para a adequação que os efeitos climáticos exigirão, seja do ponto vista da acessibilidade como também do uso dos equipamentos e dos riscos à saúde humana.

Notas

3 O Tropeirismo consistiu no transporte de muares de suas áreas de criação no Rio Grande do Sul, para serem comercializados na feira de muares que era realizada na cidade de Sorocaba (SP). Ao longo do caminho percorrido pelas tropas, surgiram diversos núcleos de povoamento, especialmente nos locais onde os tropeiros paravam para pernoitar e para fazer a engorda do gado (Nascimento, 2011, p. 75).

4 Santa padroeira de Ponta Grossa.

5 São elas: praça Barão de Guaraúna (Centro), Praça Santo Mauro (Chapada), Simón Bolívar (Oficinas), Urbano Caldeira (Rio Verde), Bom Jesus (Uvaranas) e Gilson Luís Nunes (Contorno).

6 Conforme a fonte, Acervo da Casa da Memória de Ponta Grossa as imagens não possuem datação. Porém, evidencia-se um tempo passado.

7 Nessa imagem aparece a construção do prédio da UEPG, local onde está situada a Praça Santos Andrade, única imagem encontrada que remete a um período inicial do local em questão.

8 Vinculado ao Banco Nacional de Habitação (BNH), seu intuito era de proporcionar a valorização e ocupação de áreas ociosas de infraestrutura e equipamentos urbanos.

9 Nessa praça, havia o embarque e desembarque de passageiros do transporte coletivo na cidade, o chamado "Ponto Azul", que leva esse nome por ser um prédio azul de dois pavimentos.

10 O local onde atualmente encontra-se a praça do Jardim Canãa (Bairro Contorno), por

muitos anos, foi uma plantação de soja e no meio havia uma espécie de lagoa, em que muitos moradores locais acreditavam ter ocorrido alguns afogamentos, inclusive de crianças.

11 Disponível em: <https: https://www2.uepg.br/fenata/muda-local/>. Acesso em: 16 abr. 2023.

Referências

BARROS, M. V. F. VIRGÍLIO, H. Praças: espaços verdes na cidade de Londrina. **Revista Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 533-544, 2003. Disponível em: <http://www.uel.br/projetos/atlasrml/publicacoes/periodicos/6713-24456-1-PB_londrina.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BARROS, S. F. de S. O método regressivo-progressivo como possibilidade para estudos das cidades médias. **Revista Cerrados** [S. l.], v. 16, n. 02, p. 110–125, 2018. DOI: 10.22238/rc24482692201816021101 25. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1209>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BOHATCH, T. L. **Os arroios no processo de urbanização de Ponta Grossa - PR (1900-1950).** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em História da UEPG. Ponta Grossa, 2017. 118 f.

CALDEIRA, J. M. **A Praça Brasileira Trajetória de um Espaço Urbano:** origem e modernidade. Doutorado em História. Programa de Pós-graduação em História. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. Disponível em: <https://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/brasilia/trabalhos/OCR_CALDEIRA.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

CHAMMA, G. V. F. **Ponta Grossa. O povo, a cidade e o poder**. Ponta Grossa, Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 1988.

CHAVES, N. B. A "cidade civilizada": cultura, lazer e sociabilidade em Ponta Grossa no início do século XX. *In*: DITZEL, Carmencita de Holleben Mello; SAHR, Cicilian Luiza Löwen. (Org.). **Espaço e Cultura**. Ponta Grossa: UEPG, 2001

CORREA, R. L. **O Espaço Urbano**. 4. ed. São Paulo: Ática, 2003.

CORREIO BRASILIENSE. Casal se casa em ato antidemocrático em frente a QG no PR: "Compromisso". **Correio Braziliense**, Ponta Grossa, 8 dez. 2022. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2022/12/5057720-casal-se-casa-em-ato-antidemocratico-em-frente-a-qg-no-pr-compromisso.html>. Acesso em: 11 abr. 2023.

CULTURAL, Conexão. **Guia do espaço público**. 2. ed. Proac SP, São Paulo, 2016.

DIZERÓ, J. D. **Praças do Interior Paulista**: Estudos de casos nas cidades de Ribeirão Preto e Monte Alto / SP. Mestrado em Urbanismo pela Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2006. Disponível em: https://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/16192. Acesso em: 04 abr. 2023.

EURICH, Z. R. dos S. **Índice de qualidade de praças:** uma proposta metodológica. Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2018.

Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2739>. Acesso em: 04 abr. 2023.
FERNANDES, R. Henri Lefebvre, decifrador do espaço: pequena apresentação bio-bibliográfica. **Ateliê Geográfico** - Goiânia-GO, v. 16, n. 2, ago./2022, p. 31 – 46. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/72076>. Acesso em 25 de abril de 2023.
GOMES, E. M. **Evolução urbana de Ponta Grossa – PR**: uma análise entre as décadas de 1960 e 2000. Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93171>. Acesso em: 04 abr. 2023.
GOMES, M. R. **As praças públicas de Natal-RN no âmbito dos problemas socioambientais urbanos**. Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18936>. Acesso em: 04 abr. 2023.
GOMES, P. C. da C. **A condição urbana**: ensaios de geopolítica da cidade**.** Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2002.
GUILHERME, E. F. da S. Epistemologia da produção do espaço Lefebvriano. **Revista Desafios**, v.04, n.03, 2017. Disponível em: <https://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3386>. Acesso em: 04 abr. 2023.
GUILHERME, E. F. da S. Epistemologia da produção do espaço Lefebvriano. **Revista Desafios** – v. 04, n. 03, 2017.
IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2023:** Brasil em síntese. Ponta Grossa. PR: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/ponta-grossa/panorama>. Acesso em: 16 de novembro de 2023.
IPARDES. **O Paraná reinventado:** política e governo. Curitiba: Ipardes,2004.
JAGNOW, N. **Funcionário da UEPG relata agressão em praça**; bolsonaristas negam. aRede, Ponta Grossa, 19 dez. 2022. Disponível em: <https://arede.info/ponta-grossa/451015/funcionario-da-uepg-relata-agressao-em-praca-bolsonaristas-negam?d=1>. Acesso em: 11 abr. 2023.
LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: La production de l'espace. 4 éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão, 2006. Disponível em: <https://gpect.files.wordpress.com/2014/06/henri_lefebvre-a-produc3a7c3a3o-do-espac3a7o.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.
MADALOZZO, N; SOUZA, E. B. C. de. Rios e Ferrovias nas dinâmicas urbanas em Ponta Grossa - Paraná/Brasil. **Ciência Geográfica** - Bauru. v. 23, n. 2, 2019. Disponível em: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-06.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.
MARTINS, J. de S. As temporalidades da história na dialética de Lefebvre. *In*: Martins, José de Souza. (Org.) **Henri Lefebvre e o retorno à dialética.** São Paulo: Hucitec, 1996.
MONASTIRSKY, L. B. A mitificação da ferrovia em Ponta Grossa. In. DITZEL,

Carmencita de Holleben Mello; SAHR, Cicilian Luiz Lowen. **Espaço e Cultura:** Ponta Grossa e os Campos Gerais. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2001, p.37-52.

NASCIMENTO, E. Expansão urbana e desigualdade socioespacial: uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR). **RA´E GA** 23, 2011, p. 65-97.

NASCIMENTO, E. Produção de uma Topografia Social Urbana. **Mercator,** v. 11, n. 26, p. 75-94, out. 2012. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/798>. Acesso em: 04 abr. 2023.

NATAL, J. **UEPG muda local de apresentação do Teatro de Rua do Fenata**. UEPG, 08 nov. 2022. Disponível em: <https://www2.uepg.br/fenata/muda-local/>. Acesso em: 11 abr. 2023.

PONTA GROSSA, Prefeitura Municipal de. **Turismo**. Ponta Grossa-PR, 2007.

PONTA GROSSA. **Plano Diretor de Ponta Grossa, 2022**. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1a7DcFealYtISvAuLMwFuOIbe9LfuCWzA/view>. Acesso em: 04 abr. 2023.

A REDE. **Prefeitura inicia replantio da grama na Praça da Catedral**. aRede, Ponta Grossa, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://arede.info/ponta-grossa/455319/prefeitura-inicia-replantio-da-grama-na-praca-da-catedral?d=1>. Acesso em: 11 abr. 2023.

ROBBA, F; MACEDO, S. S. **Praças Brasileiras.** 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2010.

SAHR, C. L. L. Estrutura interna e dinâmica social na cidade de Ponta Grossa. *In*: DITZEL, Carmencita de Holleben Mello; SAHR, Cicilian Luiza Löwen. CANÇADO; Adriana. **Espaço e Cultura**: Ponta Grossa e Campos Gerais. Ponta Grossa: UEPG, 2001. p.13-36.

SAHR, C. L. L. CANÇADO, A. **Espaço e Cultura:** Ponta Grossa e Campos Gerais. Ponta Grossa: UEPG, 2001, p.65-79.

SCHEFFER, S. M; KACHAUKJE, S. O método regressivo-progressivo de Lefebvre para investigar a produção de habitação social sobre o espaço em Ponta Grossa-PR. **Revista Emancipação**, v. 18, n. 1, p. 63-82, jun. 2018. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/emancipacao/article/view/11028>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SERPA, A. Espaço público e acessibilidade: notas para uma abordagem geográfica. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online***)*, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 21-37, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.123865. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123865>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SOUSA, R. O. de; OLIVEIRA, C. E. de. A praça como lugar da diversidade cultural. *In*: IV Fórum de Educação e Diversidade: diferentes, (des) iguais e desconectados, 4. 2010. **Anais**[...]. Tangará da Serra: UFMT, 2010. p. 1-11, 2010. Disponível em: <http://need.unemat.br/4_forum/artigos/rafael.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

DESASTRES POR INUNDAÇÕES NO BRASIL: ANÁLISE TEMPORAL E PERSPECTIVAS FUTURAS EM UM CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

FLOOD DISASTERS IN BRAZIL: TEMPORAL ANALYSIS AND FUTURE PERSPECTIVES IN A CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

DESASTRES POR INUNDACIONES EN BRASIL: ANÁLISIS TEMPORAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

INONDATIONS CATASTROPHIQUES AU BRÉSIL: ANALYSE TEMPORELLE ET PERSPECTIVES D'AVENIR DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Thaís Batista Lovate[1]

André Luiz Nascentes Coelho[2]

1 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/CEPEDES-UFES e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0084-2456. Email: thais.lovate@gmail.com.

2 Pós-Doutor, Docente da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Gestão em Redução de Risco de Desastres - LabGR2D/Cepedes-Ufes e Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – Lcggeo/Ufes. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9068-495X. E-mail: alnc.ufes@gmail.com.

A história da humanidade e o seu modo de apropriação do espaço estão diretamente relacionados aos desastres, que têm se potencializado com o passar dos anos, principalmente após a Revolução Industrial, não só na frequência, mas também na intensidade (Barros, 2020).

Apesar do desenvolvimento das sociedades, os fenômenos naturais causadores das ameaças[3], riscos e desastres, surpreendem até as nações mais desenvolvidas e bem preparadas para enfrentá-los (Barros, 2020).

Mas de que ameaça, risco e desastre estamos falando? Apesar da comunidade acadêmica não ter chegado a um consenso sobre estes conceitos (Shi *et al.*, 2020), "muitas vezes essas expressões são tidas como sinônimos porque estão relacionadas a fenômenos naturais que têm impactos negativos sobre a sociedade humana, e/ou são utilizadas de acordo com enfoque do estudo, publicação e instituição" (Sulaiman, 2014, p.21).

Assim, faz-se necessária, primeiramente, uma discussão sobre as conceituações, classificações e contextualizações destes termos e de outros que permitam o entendimento acerca do tema.

Ameaça, risco e desastre: termos sinônimos?

A compreensão sobre os conceitos de ameaça, risco e desastre mudou ao longo do tempo (Smith; Petley, 2009). No passado, eram atrelados aos grandes acontecimentos físicos e, por consequência, instalou-se um comportamento cultural de que nada poderia ser feito em relação às suas ocorrências, ou seja, havia uma concepção fatalista, de aceitação, que não encorajava a preparação para a adaptação e para o modo de lidar com os fenômenos, embora, em alguns casos - como o de terras frequentemente inundadas - as comunidades tenham começado a evitar tais locais (Smith; Petley, 2009; Margarida *et al*., 2014; Sulaiman, 2014).

Com o desenvolvimento da ciência, os desastres passaram a ser vistos como acontecimentos de origem natural, contudo, a percepção de que estes poderiam ser prevenidos ou eliminados só veio à tona por causa do surgimento de desastres resultantes de acidentes ou falhas tecnológicas que começaram a ocorrer com o desenvolvimento industrial (Margarida *et al*., 2014).

As mudanças mencionadas acima ocorreram pois, ao longo dos séculos XX e XXI, diferentes correntes do pensamento científico mostraram distintas formas de entendimento, análise e ação em relação às ameaças, riscos e desastres, dando origem a distintas estratégias de gestão e a quatro paradigmas: o tecnocêntrico ou da engenharia; o comportamental; o da vulnerabilidade, estrutural ou do desenvolvimento; e o da complexidade (Smith; Petley, 2009; Sulaiman, 2014; Sulaiman; Jacobi; Aledo, 2019; Brasil, 2021).

O paradigma da engenharia tem como questão central quais são as causas físicas da magnitude e frequência dos perigos naturais em determinados locais e como pode ser fornecida proteção contra eles (Smith; Petley, 2009).

Sob uma outra ótica, o geógrafo americano Gilbert White, em 1945, introduz a problemática do processo de ocupação humana de um território e a relevância da adaptação humana ao ambiente no entendimento dos desastres, em especial, às inundações. Integrando geografia e sociologia constituiu-se, assim, o paradigma comportamental (Sulaiman, 2014; Brasil, 2021).

Ampliando o entendimento das causas dos desastres, o paradigma da vulnerabilidade questiona o porquê de as pessoas dos países menos desenvolvidos sofrerem tão gravemente em caso de catástrofes naturais e quais são as causas socioeconômicas históricas e atuais desta situação (Smith; Petley, 2009).

Wisner *et al.* (2003, p.7, tradução nossa) argumentam que "para compreender os desastres não devemos apenas saber sobre os tipos de perigos que podem afetar as pessoas, mas também os diferentes níveis de vulnerabilidade de diferentes grupos de pessoas". Assim, o foco dos autores/pesquisadores nas pessoas vulneráveis ocasiona uma consideração secundária aos eventos naturais como determinantes de desastres (Wisner *et al*., 2003).

No paradigma da complexidade, para estimar o risco de acordo com sua definição é necessário levar em conta, dos pontos de vista integral e multidisciplinar, não somente o dano físico esperado, as vítimas ou perdas econômicas equivalentes, mas também fatores sociais, organizacionais e institucionais, relacionados com o desenvolvimento das comunidades (Cardona, 2001). Esta configura-se, portanto, numa perspectiva holística da vulnerabilidade e do risco.

As terminologias associadas às definições de perigo, risco e desastre variaram conforme o tempo, à medida que novas discussões foram sendo levantadas, como pôde ser observado acima, o que leva ao entendimento, por exemplo, de alguns termos presentes nas conceituações utilizadas pela Organização das Nações Unidas e pela Legislação e Órgãos Brasileiros.

Segundo o Gabinete das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR, 2017, n.p), a ameaça (perigo) é

> um processo, fenômeno ou atividade humana que pode causar perda de vidas, lesões ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental. Podem ser de origem natural, antropogênica ou socionatural e incluem processos e fenómenos biológicos, ambientais, geológicos, hidrometeorológicos e tecnológicos.

O risco é conceituado como uma

> potencial perda de vidas, ferimentos ou bens destruídos ou danificados que podem ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade num período específico de tempo, determinado probabilisticamente em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade (UNDRR, 2017, n.p).

Já o desastre é uma

> perturbação grave do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a um ou mais dos seguintes: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais (UNDRR, 2017, n.p).

No que tange a Legislação Brasileira, a Lei Federal nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023, define o risco como "probabilidade de ocorrência de significativos danos sociais, econômicos, materiais ou ambientais decorrentes de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis" (Brasil, 2023, n.p).

O desastre é "resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais" (Brasil, 2023, n.p).

Segundo o Glossário de Defesa Civil (Brasil, 2009), os desastres classificam-se quanto à Intensidade (níveis I, II, III e IV), Evolução (súbitos ou de evolução aguda, graduais ou de evolução crônica e por somação de efeitos parciais) e Origem (naturais, humanos ou antropogênicos e mistos).

Há, portanto, uma questão fundamental para que o conceito de desastre seja compreendido na doutrina brasileira de Defesa Civil, o chamado evento adverso (Margarida *et al*., 2014). O desastre não é o evento adverso em si, mas consequência do mesmo (Brasil, 1999). É conceituado, portanto, como "a ocorrência desfavorável, prejudicial, imprópria; aquele acontecimento que traz prejuízo, infortúnio; ou ainda, um fenômeno causador de um desastre" (Brasil, 1998, n.p).

Ou seja, os conceitos de evento e desastres estão relacionados, pois mediante ao tipo de evento, tem-se, ou não, um fenômeno causador de desastres.

Quanto ao conceito de vulnerabilidade, a Lei Brasileira a considera como "a fragilidade física, social, econômica ou ambiental de população ou ecossistema ante evento adverso de origem natural ou induzido pela ação humana" (Brasil, 2023, n.p). Possui diversas dimensões, a saber: física, ambiental, econômica, social, educacional, cultural, ideológica, organizacional, política, institucional e técnica (Brasil, 2021).

O Glossário de Defesa Civil (Brasil, 2009) ainda traz, entre outros, os conceitos de ameaça e perigo. A primeira é considerada como "o risco imediato de desastre; prenúncio ou indício de um evento desastroso; evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial" (Brasil, 2009, n.p). Ou ainda, a "estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação" (Brasil, 2009, n.p). Já o perigo é conceituado como "qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça" (Brasil, 2009, n.p).

Em 1988, o Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED) lançou o Banco de Dados de Eventos de Emergência (EM-DAT) que considera os desastres como eventos que envolvem um impacto prejudicial inesperado e avassalador sobre os seres humanos. Formalmente, a definição de desastre do EM-DAT é "uma situação ou evento que sobrecarrega a capacidade local, necessitando de um pedido de assistência externa a nível nacional ou internacional; um evento imprevisto e muitas vezes repentino que causa grandes danos, destruição e sofrimento humano" (EM-DAT, 2024, n.p).

Após a discussão levantada, percebe-se, portanto, que os conceitos apresentados não são sinônimos, ainda que estejam relacionados a fatores naturais que têm impactos negativos sobre a sociedade. A sequência de eventos que levam a um desastre pode ser mostrada como:

Iniciando um evento → Ameaça de perigo → Comunidade em risco → Nível de risco → Ativos vulneráveis → Acontecimento do desastre (Smith; Petley, 2009).

Especificamente sobre os desastres naturais (uma das várias classificações de desastre), a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) os divide em: geológicos, meteorológicos, climáticos, biológicos e hidrológicos. As inundações, foco deste trabalho, estão inseridas neste último grupo. Na Figura 1, além das classificações mencionadas acima, consta o eixo "Extraterrestre", uma outra categoria estabelecida pelo documento "Peril Classification and Hazard Glossary 2014", da IRDR.



Fonte: EM-DAT (2024).

Figura 1. Subgrupos e tipos de perigos naturais na classificação de perigos da Pesquisa Integrada sobre Risco de Desastres (IRDR) e no glossário de perigos.

Os desastres por inundações no Brasil entre 2000 e 2023

A análise de dados referentes a desastres, em suas diversas classificações, são subsídios fundamentais para que os riscos sejam gerenciados e/ou mitigados, uma vez que os tomadores de decisão os estão utilizando cada vez mais (Carmo; Anazawa, 2014).

Uma das bases gratuitas/acessíveis das quais podem ser extraídos dados com essa finalidade é o Banco de Dados de Eventos de Emergência (EM-DAT), lançado em 1988, pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED).

Os dados são compilados a partir de diversas fontes de informação, incluindo agências da ONU, organizações não governamentais, companhias de seguros, institutos de investigação e agências de imprensa. Para que um desastre seja inserido nessa base, os critérios são:

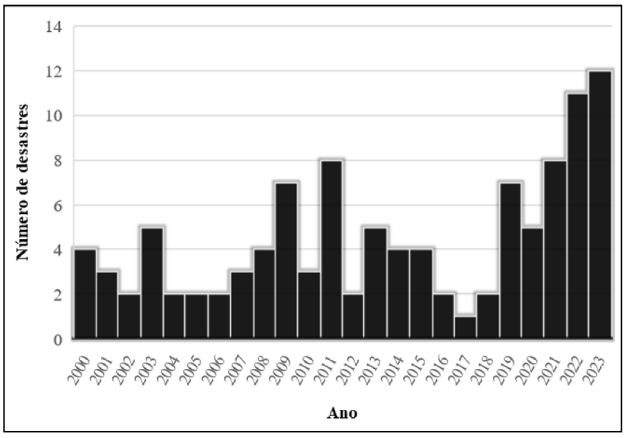
• pelo menos dez mortes (incluindo mortos e desaparecidos);
• pelo menos 100 afetados (pessoas afetadas, feridas ou desabrigadas);
• um pedido de assistência internacional ou uma declaração de emergência.

Nesta pesquisa, especificamente, serão analisados os desastres hidrológicos ocorridos entre 2000 e 2023 do tipo inundação e subtipos:

• inundação ribeirinha: tipo de inundação resultante do transbordamento de água de um riacho ou canal de rio para terra normalmente seca na planície de inundação adjacente ao canal;
• enxurrada: chuvas fortes ou excessivas num curto período de tempo que produzem escoamento imediato, criando condições de inundação em minutos ou algumas horas durante ou após a chuva;
• inundação (geral): termo geral para o transbordamento de água de um canal de rio para terras normalmente secas na planície de inundação (inundações ribeirinhas), níveis acima do normal ao longo da costa (inundações costeiras) e em lagos ou reservatórios, bem como poças de água em ou perto do ponto onde a chuva caiu (inundações repentinas) (EMT-DAT, 2024).

No período analisado 108 inundações foram registradas. Vale ressaltar que isso significa que esse tipo de desastre representa 72% dos que ocorreram entre 2000 e 2023, o que justifica a realização de estudos de análise de dados e de medidas que evitem ou minimizem os impactos das inundações, tanto em escala local, quanto em escala global, principalmente quando se trata de mudanças climáticas. Os anos de 2022 e 2023 foram os que se sobressaíram nos números e os últimos 5 anos apresentaram cerca de 40% dos desastres que ocorreram no país, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Total de 108 desastres do tipo inundação, entre 2000 e 2023, no Brasil.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do EMT-DAT (2024).

Os dados indicam uma tendência de crescimento ainda que existam flutuações nos números de desastres. Em 2011, por exemplo, o número de desastres coincide com o de 2021, o de 2009 coincide com o de 2019 e, em 2003, o número é maior do que o registrado em 2018.

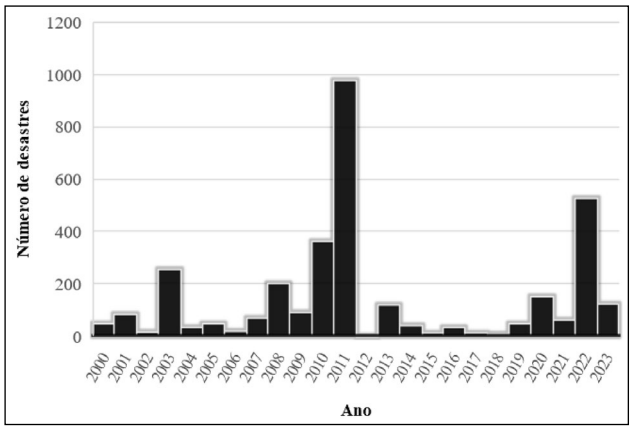
Em relação ao número de óbitos, o banco de dados inclui mortes confirmadas diretamente imputadas ao desastre, além de pessoas desaparecidas cujo paradeiro desde o desastre é desconhecido e, portanto, são presumidas mortas com base em números oficiais.

As mortes decorrentes de inundação somam 3347, isso representa um total de 77% do total de óbitos resultantes de desastres no período (Gráfico 2). O ano de 2011 se sobressai nesse quesito, pois foi no mês de janeiro desse ano que ocorreu um evento adverso que ocasionou a morte de 900 pessoas na região serrana do estado do Rio de Janeiro.

O ano de 2022 também se sobressai no gráfico, pois dos 11 desastres registrados, dois deles, ocorridos nos estados do Rio de Janeiro e na capital de Pernambuco, Recife, nos meses de fevereiro e maio, respectivamente, ocasionaram a morte de 388 pessoas. Não por acaso, as datas de ocorrência coincidem com os períodos críticos para acompanhamento de cheias no Brasil: dezembro a maio, no Rio de Janeiro; e maio a agosto, no litoral do Nordeste (ANA, 2014).

Os três maiores desastres de inundações nesses 23 anos, quando se trata de óbitos, ocorreram no estado do Rio de Janeiro: o da Região Serrana, já mencionado, com 900 mortes e ocorrido em janeiro de 2011; o que atingiu Miracema, Laje do Muriaé, Santo Antônio de Pádua, Italva e Itaocara, com 272 mortes e ocorrido no mês de fevereiro de 2022; e o de Niterói, São Gonçalo e Rio de Janeiro, com 256 óbitos, no mês de abril de 2010.

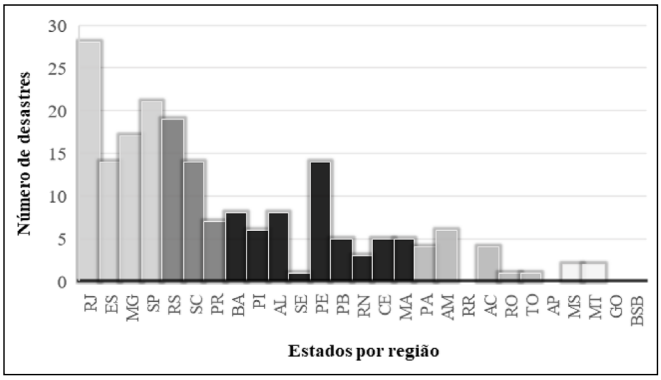
Gráfico 2. Total de 3347 óbitos decorrentes de desastres do tipo inundação, entre 2000 e 2023, no Brasil.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do EMT-DAT (2024).

A análise a respeito do local de ocorrência, quando levada à escala nacional, demonstra que a região de maior ocorrência de número de desastres de inundações é a Sudeste e, a segunda, a Sul (Gráfico 3). Nesse caso, o quantitativo ultrapassa os 108 desastres, pois o mesmo desastre pode ter atingido mais de um estado ou região.

Gráfico 3. Total de desastres do tipo inundação por estado e região do Brasil, entre 2000 e 2023.



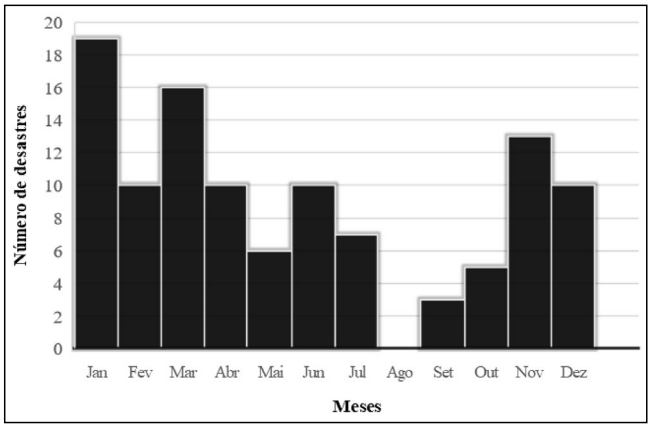
Fonte: elaboração própria a partir dos dados do EMT-DAT (2024).

Essas são as regiões mais urbanizadas e as que concentram as maiores áreas de suscetibilidade alta ou muito alta, as quais, por sua vez, estão em regiões serranas ou planálticas. Tais regiões possuem a característica comum de terem sido edificadas em terrenos geológicos de grande mobilidade e fragilidade crustal (IBGE, 2019).

Outra análise pertinente diz respeito ao mês de ocorrência. Tucci (1993) explica que a ocorrência de inundações depende das características físicas e climatológicas da bacia hidrográfica – especialmente a distribuição espacial e temporal da chuva.

Fica evidente que os meses de maior ocorrência coincidem com o verão (Gráfico 4), estação que, na Região Sudeste do Brasil, caracteriza-se pelas altas temperaturas, chuvas abundantes e dias mais longos que as noites (INCAPER, s.d).

Gráfico 4. Total de 108 desastres do tipo inundação, no Brasil, por mês de ocorrência, entre 2000 e 2023.

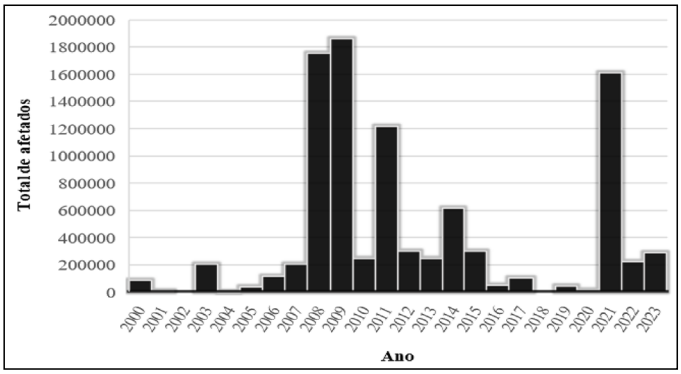


Fonte: elaboração própria a partir dos dados do EMT-DAT (2024).

O banco de dados, dentre outros indicadores, também permite analisar o total de afetados, que corresponde aos feridos, afetados e desabrigados. Para cada desastre e suas fontes correspondentes, a população referida nestas estatísticas e a repartição entre feridos, afetados, desabrigados e o total são cuidadosamente verificados pelos funcionários do CRED (EMT-DAT, 2024).

Nesses 23 anos, no Brasil, o número de afetados chega a 9.554.988 (Gráfico 5), vale salientar que a mesma pessoa pode ter sido afetada mais de uma vez, em mais de um desastre. Os três desastres que mais tiveram pessoas afetadas ocorreram nos anos de 2008, 2009 e 2021, respectivamente. O primeiro afetou um total de 1.500.015 pessoas em Santa Catarina, destes, ficaram 15 feridos. O segundo afetou 1.150.900 em 11 estados brasileiros (Maranhão, Ceará, Alagoas, Pará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Amazonas, Santa Catarina, Piauí e Rio Grande do Norte), mas não deixou feridos. O terceiro afetou um total de 1.036.166 pessoas em 4 estados (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Tocantins), incluindo os 523 feridos. Uma observação pertinente é que o número total de afetados não contabiliza os óbitos, uma vez que estes são analisados à parte.

Gráfico 5. Total de 9.554.988 afetados por desastres do tipo inundação, no Brasil, entre 2000 e 2023.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do EMT-DAT (2024).

Também é possível verificar o valor de todas as perdas econômicas direta ou indiretamente ocasionadas pelo desastre, em milhares de dólares americanos (‘000 US$), relativo ao ano de início, não ajustado e ajustado pela inflação. Assim, as perdas somam 9.311.538 dólares no período analisado.

Desastres por inundações e as mudanças climáticas: perspectivas

A magnitude e a frequência das inundações dependem, entre outros fatores, da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem. Diversos também são os condicionantes antrópicos que podem induzi-las ou potencializá-las (Barros, 2020).

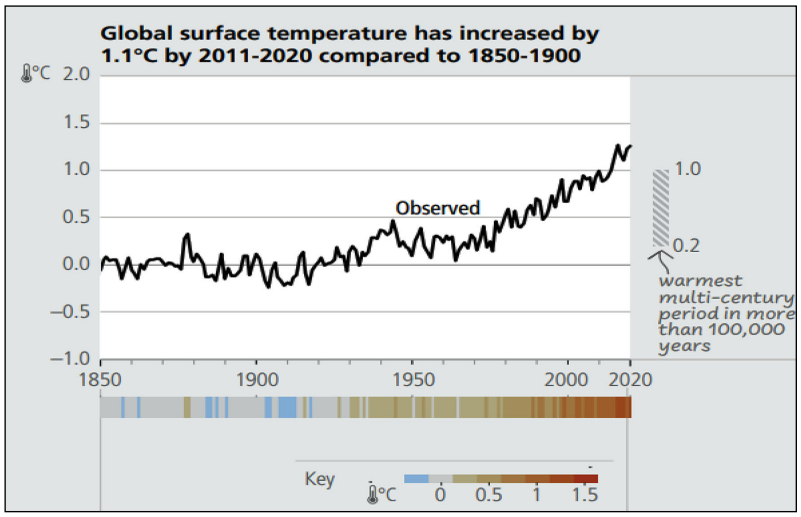
Em áreas urbanas, o aumento das inundações relaciona-se com a “desordenada urbanização, desmatamento e ocupação de áreas de risco” (Pereira; Cunha, 2022, p. 112). Nessa mesma direção, Moruzzi *et al.* (2007) afirmam que uma das respostas a esta “agressão ambiental”, são as ocorrências de inundações mais frequentes e catastróficas, resultantes da alteração da relação entre chuva e escoamento superficial direto das águas pluviais.

Tais consequências explicam-se pelo fato de a urbanização nas bacias hidrográficas resultar em alterações no comportamento dos canais em função das mudanças hidrológicas, sedimentológicas e morfológicas (Cunha, 2008).

Atualmente, existem duas tendências básicas que indicam que o risco de inundação e os seus consequentes danos aumentarão no futuro: uma delas refere-se ao aumento da vulnerabilidade da sociedade às inundações; e a outra, à variabilidade natural, ao impacto das atividades humanas e às mudanças climáticas associadas (Vojtek *et al.*, 2021).

Especificamente sobre as mudanças climáticas, o mundo agora está aquecendo mais rapidamente do que em qualquer outro momento registrado na história (UN, s.d). De acordo com o Sexto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em 2023, a temperatura da superfície global aumentou em 1,1°C no período de 2011-2020 em comparação com 1850-1900 (Gráfico 6), com aumentos maiores sobre a terra do que sobre o oceano.

Gráfico 6. Temperatura da superfície global entre 1850 e 2020.



Fonte: IPCC (2023).

As consequências das mudanças climáticas incluem, além das temperaturas mais altas, aumento da seca, um oceano cada vez mais quente e maior, perda de espécies, comida insuficiente, mais riscos para a saúde, pobreza, deslocamento e tempestades mais severas (UN, s.d).

> As tempestades destrutivas têm se tornado mais intensas e frequentes em muitas regiões. Conforme as temperaturas aumentam, mais umidade evapora, agravando chuvas e inundações extremas e causando tempestades mais destrutivas. A frequência e a dimensão das tempestades tropicais também são afetadas pelo aquecimento do oceano. Ciclones, furacões e tufões se alimentam da água quente na superfície do oceano. Com frequência, essas tempestades destroem casas e comunidades, causando mortes e enormes perdas econômicas (UN, s.d).

É neste contexto que o Relatório do IPCC (2023) afirma que os impactos adversos da mudança do clima causada pelo homem continuarão a se intensificar. Nas cidades, assentamentos e infraestrutura, especificamente, os impactos/perdas e danos relacionados atribuídos à mudança do clima são: inundações interiores e danos associados; danos induzidos por inundações/ tempestades em áreas costeiras; danos à infraestrutura; danos aos principais setores da economia.

Com a tendência de aumento das temperaturas, prevê-se um cenário alarmante caso o aquecimento alcance 3 ºC, implicando em impactos generalizados e mudanças irreversíveis. Os aumentos previstos nos danos diretos das inundações, por exemplo, são superiores em 1,4-2 vezes a 2°C e 2,5-3,9 vezes a 3°C, em comparação com o aquecimento global de 1,5°C sem adaptação (IPCC, 2023).

Percebe-se, portanto, que com cada aumento do aquecimento, os impactos e riscos das alterações climáticas tornar-se-ão cada vez mais complexos e mais difíceis de gerir

(IPCC, 2023), o que se revela como um desafio para o Brasil, diante dos dados alarmantes quanto às consequências das inundações. Para fazer frente aos desastres no país, os serviços públicos voltados para proteção e defesa de suas populações são desempenhados pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) (Miguez; Gregorio; Veról, 2018).

Mas, mais do que lidar com as consequências, fica evidente a necessidade de se repensar os atuais sistemas de produção, com a utilização de materiais de formas mais eficientes e fontes de energias mais sustentáveis, ou seja, é *mister* o desenvolvimento de políticas baseadas em atitudes sustentáveis (Filiú; Vieira; Pozzobon, 2022).

Considerações finais

A compreensão acerca dos conceitos que perpassam o campo dos riscos de desastres mudou ao longo do tempo e o modo como estes são entendidos interferem na prevenção e gerenciamento. Assim, a apropriação dos conceitos é uma importante etapa nas pesquisas.

Além disso, a apropriação dos bancos de dados disponíveis com informações sobre desastres pode auxiliar no enfrentamento e planejamento de ações neste âmbito, uma vez que por meio desses bancos, é possível verificar, entre outros aspectos, as localidades, periodicidade, óbitos, afetados. Configuram-se, assim, em importantes instrumentos para gestores públicos e pesquisadores voltados à temática.

Vale salientar que existem outros bancos de dados voltados para este fim, como o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que possui outros critérios para classificar os desastres, gerando, assim, resultados distintos dos observados nesta pesquisa para o mesmo período analisado.

Especificamente sobre as inundações, consideradas desastres naturais hidrológicos e diretamente associadas aos corpos d'água, os números são alarmantes no Brasil e seguem uma tendência mundial. Não obstante, diante dos percentuais observados em relação aos demais desastres, justifica-se a realização de pesquisas voltadas à análise temporal destes eventos, uma vez que os relatórios recentes acerca das mudanças climáticas afirmam que eventos extremos vão continuar acontecendo e, as inundações, vão ser cada vez mais catastróficas.

Essa previsão de aumento revela-se como um desafio para o Brasil e para o mundo. Por isso, além das ações em escala local, como intervenções fluviais urbanas e, em escala regional, como o fortalecimento das defesas civis, é preciso que sejam revistos os modelos de desenvolvimento em escala global, o que é urgente.

Nota

3 Por vezes, o conceito de perigo natural é usado como sinônimo de ameaça (Barros, 2020).

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf>. Acesso em: 14/02/2024.

BARROS, Luiz Fernando de Paula. **Noções de riscos de desastres hidrológicos**. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; BARROS, PAULA, Luiz Fernando de (Orgs.) **Hidrogeomorfologia:** formas, processos e registros sedimentares fluviais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1a ed., 2020.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. 2. ed. Brasília: MI, 1998.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de planejamento em defesa civil - volume I**. Brasília: MI, 1999. Disponível em: <https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/Manual-PLANEJAMENTO-1.pdf>. Acesso em: 01/02/2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. 3. ed. Brasília: MI, 2009.

BRASIL. **GIRD+10:** caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres / coordenação Samia Nascimento Sulaiman. 1 ed. Brasília, DF: Ministério Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023**. Altera as Leis nºs 12.608, de 10 de abril de 2012, e 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para aprimorar os instrumentos de prevenção de acidentes ou desastres e de recuperação de áreas por eles atingidas, as ações de monitoramento de riscos de acidentes ou desastres e a produção de alertas antecipados. Brasília, 12 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14750.htm>. Acesso em: 01/03/2024.

CARDONA, O. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión**. Universidad de Los Andes, 2001. Disponível em: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19852/VulnerabilidadRiesgoHolistico%28Cardona_2002%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26/02/2024.

CARMO, Roberto Luiz do Carmo; ANAZAWA, Tathiane Mayumi. **Mortalidade por desastres no Brasil:** o que mostram os dados. Ciênc. saúde coletiva 19 (9) • Set 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/rkDmbW6G7GtNdrS9jvD8x9C/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25/02/2023.

CUNHA, Sandra Baptista da. Morfologia dos canais urbanos. In: POLETO, C. (Org.). **Ambiente e Sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, p.329-360.

EMT - DAT (Emergency Database). **OFDA/CRED The Office of Foreign Disaster**

Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. (s/d.). Acesso em: 20/02/2024. Disponível em: <https://www.emdat.be>.

FILIÚ, F. L. M. V; VIEIRA, K. G; POZZOBON, L. L. D. **Os desastres brasileiros e suas relações com as mudanças climáticas**. Blog UNICEF Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/blog/os-desastres-brasileiros-e-suas-relacoes-com-mudancas-climaticas>. Acesso em: 01/03/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Suscetibilidade a deslizamentos do Brasil: primeira aproximação**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101684.pdf>. Acesso em: 05/03/2024.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Verão.** S.D. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/estacoes-do-ano-verao>. Acesso em: 01/03/2024.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Sections. In: **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

MARGARIDA, Caroline; FERREIRA, Débora; RUDORFF, Frederico de Morais; ALBINO, Lisangela; FREITAS, Mário; PANCERI, Regina. **Gestão de riscos de desastres**. Defesa Civil de Santa Catarina, 2014. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/images/doctos/seminarios/Gestao_de_RISCO_de_desastres_BAIXA.PDF>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2024.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; GREGÓRIO, Leandro Torres Di; VERÓL, Aline Pires. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MORUZZI, Rodrigo Braga; PINTO, Sergio dos Anjos Ferreira; ROSSETTI, Lucimari Aparecida Franco Garcia; PEREIRA, Luiz Henrique; BERMUDEZ, Mateus; BARBOSA, Camila. Contribuição metodológica para a caracterização de áreas potenciais de inundação em uma bacia hidrográfica urbanizada, com o suporte das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento: apresentação de dois cenários em um módulo piloto. XVII simpósio brasileiro de recursos hídricos. São Paulo, 2007. **Anais**[...]. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/df536463f20eb73dd96fd434b2e97675_aee4dc624f4116ce5bc22db2817c8f4e.pdf>. Acesso em: 10/08/2022.

PEREIRA, Claudia Rakel Pena; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial e gestão de risco de inundações. In: Orgs: CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de; GOMES, Maria Carolina Vilaça; GUIMARÃES, Renato Fontes; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso. **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. Editora ICH-UnB, Brasília, 2022.

SHI, Peijun; YE, Tao; WANG, Ying; ZHOU, Tao; XU, Wei; DU, Juan; WANG, Jing'ai; LI, Ning; HUANG, Chongfu; LIU, Lianyou; CHEN, Bo; SU, Yun; FANG, Weihua; WANG, Ming; HU, Xiaobin; WU, Jidong; HE, Chunyang; ZHAG, Qiang; YE, Qian; JAEGER, Carlo; OKADA, Norio. Disaster Risk Science: A Geographical Perspective and a Research Framework. **International Journal of Disaster Risk Science**, 11(4): 426-440. 2020.

SMITH K.; PETLEY, D. N. **Environmental hazards:** assessing risk and reducing disaster. 5º ed. London; New York: Routledge, 2009.

SULAIMAN, Samia Nascimento. **De que adianta?** O papel da educação para a prevenção de desastres naturais. 2014. 290f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2014.

SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R.; ALEDO, A. T. Riscos e desastres naturais: contribuições da Ciência Pós-normal para um novo paradigma de conhecimento e gestão. In: P. R. Jacobi, R. F. Toledo, L. L. Giatti (Org.), **Ciência Pós-normal:** ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas. São Paulo: FSP-USP, 2019.

TUCCI, C.E.M. (org.) **Hidrologia:** ciência e aplicação. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. EDUSP, Editora da Universidade /UFRGS. São Paulo, 1993.

UN - United Nations. **Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas.** S.D. Disponível em: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. Acesso em: 10/02/2024.

UNDRR - United Nations Disaster Risk Reduction. **Terminology** - UNDRR. Geneva: UN Office for Disaster Risk Reduction. 2017. Disponível em: <https://www.undrr.org/drr-glossary/terminology>. Acesso em: 01/03/2024.

VOJTEK, Matej; VOJTEKOVÁ, Jana; COSTACHE, Romulus; PHAM, Quoc Bao; LEE, Sunmin; ARSHAD, Arfan; SAHOO, Satiprasad; LINH, Nguyen Thi Thuy; ANH, Duong Tran. Comparison of multi-criteria-analytical hierarchy process and machine learning-boosted tree models for regional flood susceptibility mapping: a case study from Slovakia. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, 12:1, 1153-1180. 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2021.1912835>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2024.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At risk:** natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2 ed. Nova Iorque: Routledge, 2003.

APLICAÇÃO DA TRÍADE EPIDEMIOLÓGIA NA ANÁLISE DAS MORTES POR AFOGAMENTO EM TRÊS BACIAS HIDROGRÁFICAS EM TRÊS ESTADOS DO BRASIL

APPLICATION OF THE EPIDEMIOLOGICAL TRIAD IN THE ANALYSIS OF DEATHS DUE TO DROWNING IN THREE WATER BASINS IN THREE STATES OF BRAZIL

APLICACIÓN DE LA TRÍADA EPIDEMIOLÓGICA EN EL ANÁLISIS DE MUERTES POR AHOGAMIENTO EN TRES CUENCAS HIDROGRAFICAS EN TRES ESTADOS DE BRASIL

APPLICATION DE LA TRIADE ÉPIDÉMIOLOGIQUE À L'ANALYSE DES DÉCÈS DUS À LA NOYADE DANS TROIS BASSIN D'EAU DANS TROIS ÉTATS DU BRÉSIL

Antonio Schinda[1]

1 Doutor em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública. Mestre em Educação e pesquisador do GEPPES – Grupo de Estudos e Pesquisas em Política Educacional e Social da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel. Vice-Diretor da SOBRASA. Tenente-Coronel do Corpo de Bombeiros do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4550-5323. E-mail: antonioschinda1@hotmail.com.

Introdução

Com o aumento das temperaturas decorrentes das mudanças climáticas, ocorre uma maior busca por atividades em ambientes aquáticos, seja para lazer, turismo ou esportes aquáticos. Esse fenômeno pode intensificar o risco de afogamentos, principalmente em áreas onde a segurança aquática é precária ou onde faltam políticas de prevenção eficazes.

Muitas pessoas morrem afogadas no Brasil todos dos anos, ao considerarmos que os diferentes ambientes aquáticos estão inseridos em uma bacia-hidrográfica com suas características de riscos específica, tais como: rios de corredeira, cachoeiras, lago, açude, coloração da água, velocidade da água e profundidade. Conforme o relevo local e a distância das residências, esses ambientes aquáticos podem ser atrativos para inúmeras atividades aquáticas. Quanto maior a interação do homem com o meio ambiente aquático maior é a probabilidade e um afogamento.

As mortes de pessoas saudáveis continuam acontecendo. Em 2019 foram 5589 mortes no Brasil, 291 no Estado do Paraná, 772 no Estado de São Paulo e 53 no Estado de Tocantins.

A Organização das Nações Unidas está incentivando os Estados-membros a adotar, de forma voluntária, de acordo com as características de cada país, a adotarem as seguintes ações:

> a) Nomear um ponto focal nacional para a prevenção de afogamentos; b) Desenvolver um plano nacional para a prevenção de afogamentos; c) Desenvolver um programa de prevenção de afogamento de acordo com as medidas recomendadas pela Organização Mundial de Saúde, a saber, barreiras, supervisão, habilidade de natação, treinamento de resgate e ressuscitação, regulamentação de navegação e gerenciamento de risco de inundação e resiliência; d) Garantir a promulgação e aplicação efetiva das leis de segurança aquática, em todos os setores relevantes, em particular nas áreas da saúde, educação, transporte e redução do risco de desastres, quando apropriada, e considerar o estabelecimento de regulamentos apropriados e proporcionais onde eles ainda não existam; e) Incluir o afogamento no registro civil e nos registros de estatística vitais e agregar todos os dados de mortalidade por afogamento nas estimativas nacionais; f) Promover a conscientização pública para prevenção de afogamento e campanhas de mudança de comportamento; g) Encorajar a integração de prevenção de afogamento nos programas existentes de redução do risco de desastres, especialmente em comunidades em risco de inundação e inundação costeira, inclusive por meio de cooperação internacional, regional e bilateral; h) Apoiar a cooperação internacional por meio do compartilhamento de lições aprendidas, experiências e melhores práticas, dentro e entre as regiões; i) Promover a pesquisa e o desenvolvimento de ferramentas e tecnologias inovadoras de prevenção de afogamento e

> promover a capacitação por meio da cooperação internacional, em particular para os países em desenvolvimento; j) Considerar a introdução de aulas de segurança aquática, natação e primeiros socorros como parte dos currículos escolares, de acordo com a estrutura de governança do Estados-Membros para a educação (SOBRASA, 2021, p. 3).

É necessário criar diretrizes claras para a gestão dos riscos dos afogamentos.

Objetivo do trabalho

Em razão do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o ambiente onde ocorreram os óbitos, no período de 03 anos, nas Bacia Hidrográficas Paraná III no Estado do Paraná, Bacia Hidrográfica de Sorocaba – Médio Tietê no Estado de São Paulo e Bacia Hidrográfica Entorno do Lago no Estado de Tocantins, e após análise, propor medidas de prevenção para estes casos.

Entender os riscos de afogamento da bacia é de fundamental importância para um planejamento regional de mitigação das mortes por afogamento considerando que, os moradores dos municípios da área da bacia hidrográfica podem fazer atividades diversas na água, em áreas de risco de afogamento.

Metodologia

Este trabalho apresenta um diagnóstico parcial do problema afogamento por ambiente nas bacias hidrográficas nos Estados do Paraná, São Paulo e Tocantins.

Foram utilizados dois sistemas diferentes de banco de dados para as coletas das informações de afogamento em meio líquido.

O primeiro banco de dados foi obtido através do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) e atende ao Código Internacional de Classificação de Doença (CID), vinculado à Organização Mundial de Saúde (OMS), oriundo dos atestados de óbito expedidos por médicos.

> A Declaração de Óbito é o documento-base do Sistema de Informações sobre Mortalidade do Ministério da Saúde (SIM/MS). É composta de três vias autocopiativas, prenumeradas sequencialmente, fornecidas pelo Ministério da Saúde e distribuídas pelas Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde conforme fluxo padronizado para todo o país (Brasil, 2009, p 11).

As estatísticas de mortalidade são produzidas com base na declaração de óbito emitida pelo médico e com o registro no DATASUS.

A declaração de óbito, também conhecida como atestado de óbito é um documento médico oficial, que tem validade jurídica e atesta o falecimento de uma pessoa. Assim, o atestado feito pelo médico deve conter todas as informações a respeito do falecido e das circunstâncias do óbito. Para tanto, devem ser fidedignos e refletir a realidade. As estatísticas de mortalidade são produzidas com base na declaração de óbito emitida pelo médico e com o registro no DATASUS.

O segundo banco de dados utilizado na pesquisa foi gerado através dos sistemas de registro de ocorrências e estatísticas dos Corpos de Bombeiros dos Estados do Paraná, São Paulo e Tocantins, tendo como recorte a análise dos óbitos de três bacias hidrográficas, uma em cada Estado.

A estrutura de coleta de dados sobre afogamento no Brasil segue a orientação de qualificação do número de ocorrências, que é a seguinte:

> Existem basicamente 3 formas de quantificar o número de afogamentos em nosso país: 1. Através dos atestados de óbitos emitidos por médicos com base no Código Internacional de Doenças (CID). [...] 2. Através do preenchimento de uma autorização de internação hospitalar (AIH) quando o paciente necessitou internação. 3. Através do registro em boletim de resgates ou atendimento pré-hospitalar realizado por guarda-vidas de serviços de salvamento aquático ou profissionais de saúde, e equipes de busca aquática "mergulhadores de resgate" (Szpilman, 2012, p. 4).

Nos Estados do Paraná, São Paulo e Tocantins, informações sobre mortes por afogamento são coletadas pelas equipes de socorristas, guarda-vidas, e mergulhadores, por meio de documentos específicos de cada corporação. A falta de padronização de dados sobre afogamento no Brasil dificulta o entendimento do problema cujas informações poderiam ser relevantes para a caracterização da epidemiologia dos afogamentos no país. Dentre estes aspectos, destacamos os seguintes:

> Cada uma das métricas (atestado de óbito, AIH ou boletim de resgate) possui seus erros. Os atestados de óbito só mensuram aqueles pacientes que foram ao óbito deixando a grande maioria (talvez mais de 95% dos casos) sem registro. O CID atribuído ao paciente, por erro de preenchimento, pode não mencionar o afogamento como principal causa, mas uma de suas complicações como a causa morte primária, o que limita a sua identificação. No entanto, é a ferramenta mais fidedigna que possuímos até o momento. [...] O sistema AIH só registra internações, excluindo atendimentos no setor de emergência que não gerem cobranças no sistema SUS, bem como inclui os óbitos já registrados no sistema de atestado e exclui os atendimentos no setor hospitalar privado. Embora o registro no sistema pré-hospitalar entre os serviços de salvamento e resgate tenha alcançado grande melhora, o sistema ainda

> não inclui a maior parte dos socorros realizados por guarda-vidas em piscinas e outros balneários e leigos em diversas situações, e ainda nos falta um sistema para reunir todos os registros no Brasil, tornando o número de socorros profissionais realizados ainda uma estimativa (Szpilman, 2012, p. 4).

Devido a esta carência e à necessidade da complementação dos dados no estudo foi necessário buscar informações complementares nos registros de ocorrência do Corpo de Bombeiros. As vítimas de afogamento encontradas pelas equipes do Corpo de Bombeiros são entregues para o Instituto Médico Legal. Após a chegada, o corpo é examinado por um legista, que classifica a causa do óbito utilizando o CID 10 gerando, assim, o relatório do DATASUS.

Ao considerarmos que ambos os relatórios possuem carências de informações, houve a necessidade de fazer a junção dos dados do DATASUS e dos Corpos de Bombeiros para conseguir comparar as informações buscando entender a característica do ambiente onde estão ocorrendo os óbitos nas bacias hidrográficas estudadas e quais seriam as melhores medidas de prevenção.

Resultado da pesquisa e discusão

Os resultados da pesquisa vão ser apresentados conforme a característica do ambiente onde ocorreram os óbitos nas três bacias hidrográficas em formato de quadro seguindo a análise da tríade epidemiológica do afogamento.

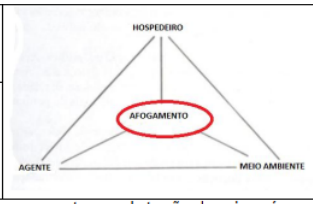
As estatísticas de mortes por afogamentos mostram uma tragédia anunciada, essa tragédia pode ser classificada como uma doença e não como um acidente, pois é possível prevenir.

> O processo de doença foi estudado durante anos. Sabe-se agora que três fatores devem estar presentes e interagir simultaneamente para que uma doença ocorra: (1) um agente causador da doença, (2) um "hospedeiro" no qual o agente possa residir, (3) um ambiente apropriado no qual o agente e o hospedeiro possam interagir. Assim que as autoridades de saúde pública reconheceram a "tríade epidemiológica" descobriram como combater a doença. [...] Os pioneiros no estudo do trauma demonstram que, apesar dos resultados obviamente distintos, a doença e o trauma se comportam de modo similar (PHTLS/NAEMT, 2011, p. 20).

Ao considerar que, o afogamento é um trauma passível de ser prevenido, e que o seu comportamento é similar a uma doença, essa premissa orienta a pesquisa de campo para descobrir: onde está o problema, qual o perfil do hospedeiro, quais as características do ambiente, e como o hospedeiro interage com o agente causador da doença. Ao entender a "tríade epidemiológica de afogamento" é possível indicar o melhor remédio preventivo para tratar esta doença silenciosa.

Após a dinâmica da interação maior com o problema obtidas através das visitas nas áreas de risco das três bacias hidrográficas estudadas, conversas com moradores locais, entendimento do papel do Estado, conhecimento da importância de políticas públicas, análise dos casos fatais de afogamento seguindo a ótica da "tríade epidemiológica de afogamento", entendimento da fisiopatologia do afogamento, somados aos 32 anos de serviços ligados à atividade aquática, estamos propondo algumas medidas de prevenção derivadas da estatísticas de mortes e dos riscos identificados no estudos dos casos de afogamento nas três bacias hidrográficas.

Essas medidas de prevenção descritas abaixo poderiam ter evitado a maioria dos casos fatais de afogamento descritos neste trabalho, a imagem anexa ao quadro reflete a realidade das atividades realizadas em ambientes de risco e o texto descreve os principais riscos e a melhor medida de prevenção**.**

Ambiente/ Atividade	Local onde o agente e o hospedeiro possam interagir	Imagem da tríade epidemiológica	
Número de casos nos anos de 2017 - 2019	Doença em curso passível de ser prevenida.		
Agente	Causador da doença, no caso dos afogamentos é a água, que mata por obstrução das vias aéreas por líquido quando aspirada.		
Hospedeiro	Pessoa que possa ser afetada pelo agente.		
Riscos	Fatores que aproximam o hospedeiro do agente mudam como o tempo e as circunstâncias. É aqui que a prevenção deve atuar no gerenciamento desses riscos ou, até mesmo, para evitar o contato do agente com o hospedeiro quand o risco é muito grande.		
Medidas preventivas	Ações que podem evitar o afogamento.		
Afogamento	Ocorre quando os riscos são ignorados ou não percebidos pelo hospedeiro; dessa forma, o hospedeiro perde o domínio sobre o agente, quando ocorre a imersão ou submersão seguida da aspiração de água involuntária. É iniciado, assim, o processo de afogamento que, se não interrompido e tratado por especialistas, vai levar ao óbito.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 1. Matriz da tríade epidemiológica adaptada para análise do afogamento.

Ambiente	Represa, lago, açude	Imagem de uma represa em Avaré em São Paulo.	 Fonte: Internet, acesso em Set de 2021.
Nº de casos nos anos de 2017 /2019	Paraná (37) - 12 (32,43%) **São Paulo (64)** - 45 (70,31%) Tocantins (32) -12 (37,5%)		
Agente	Agua doce, normalmente barrenta podendo estar contaminada por derivados de mineração, esgoto ou agrotóxicos.		
Hospedeiro	Pessoas de todas as idades com predomínio por adultos do sexo masculino.		
Riscos	Represas, lagos, açudes, barragens foram utilizados na descrição do ambiente onde ocorreram os afogamentos em águas paradas, por represamento natural (sem a presença do homem) ou artificial (construído pelo homem). Esses ambientes são muito frequentados nas regiões interioranas dos Estados do Paraná, São Paulo e Tocantins, pois são utilizados para várias finalidades, tais como: criação de peixe, fonte de água para animais, irrigação, reserva de água para consumo humano, geração de energia elétrica, lazer, contenção de águas da chuva. Normalmente, esses ambientes são utilizados para a pescaria, banho, natação e prática de atividades com embarcações. Esse ambiente aquático aparenta uma falsa sensação de segurança, suas águas tranquilas ocultam a profundidade e os perigos. O risco principal é entrar em um local aparentemente tranquilo mas com profundidade maior que a linha média corporal com possibilidade de variação súbita.		
Medidas preventivas	Se for tomar banho em represas e lago sempre buscar praias oficiais, com todas as medidas de segurança, incluindo o Serviço de guarda-vidas. Caso precise entrar na água com profundidade maior que 50% de sua altura, utilizar colete salva-vidas homologado e do tamanho certo. Também é importante dominar a prática de natação para aumentar a prevenção neste tipo de ambiente.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 2. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em represa, lago e açude.

Ambiente	Rio de corredeira	Imagem do Rio Tocantins, Praia do Funil.	 Fonte: Internet, acesso em Set de 2021.
Nº de casos nos anos de 2017 /2019	**Paraná (37)** - 10 (27%) **São Paulo (64)** - 12 (18,75%) **Tocantins (32)** -15 (46,88%)		
Agente	Água doce, normalmente barrenta podendo estar contaminada por esgoto ou defensivo agrícola.		
Hospedeiro	Pessoas de todas as idades com predomínio por adultos do sexo masculino		
Riscos	Rios são traiçoeiros, podem conter em seu leito: redes, linha de pescas, pedras, correnteza forte, profundidade variada, árvores, raízes, galhadas e animais perigosos. Quando o rio encontra-se próximo das cidades pode estar contaminado por esgoto ou produtos tóxicos e lixo. Na área rural a contaminação pode ser por agrotóxico. Quando fazem espumas brancas são mais perigosos ainda, pois indicam que existem corredeiras nessa região. As espumas são derivadas da colisão da água contra um anteparo que resultam em bolhas que mudam a coloração da água para o branco na visualização. As "águas brancas" possuem baixa densidade, que se transforma em um fator complicador para a prática da natação ou a flutuação, pois dificultam a permanência na superfície para respirar. Na colisão da água contra o anteparo ocorre outro fenômeno chamado de refluxo, em que a água começa a girar em forma de tubo no mesmo local e fica turbulenta, podendo prender pessoas aumentando muito o risco de afogamento.		
Medidas preventivas	Se for tomar banho em rio deve ser evitado rio de corredeira e sempre buscar praias oficiais com todas as medidas de segurança incluindo o serviço de guarda-vidas. Caso precise entrar na água utilize colete salva-vidas homologado e do tamanho certo. Também é importante dominar a prática de natação para aumentar a prevenção neste tipo de ambiente.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 3. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em rio de corredeira.

Ambiente	Remanso de rio	Imagem do remanso no Rio Tocantins, Praia do Paredão.	 Fonte: Internet, acesso em Set de 2021.
Nº de casos nos anos de 2017 -2019	**Paraná (37)** - 02 (5,4%) **São Paulo (64)** - 04 (6,25%) **Tocantins (32)** -01 (3,13%)		
Agente	Água doce, normalmente barrenta podendo estar contaminada por derivados de mineração, esgoto ou agrotóxico.		
Hospedeiro	Pessoas de todas as idades com predomínio por jovens do sexo masculino.		
Riscos	Os remansos de rios também são perigosos, pois ocultam problemas, induzem a uma prática de banho ou natação aparentemente segura pela característica visual da água, mas pode ocultar a profundidade, pedras cortantes, tronco de árvores ou galhos, redes, linhas de pesca, correnteza de fundo, variação de temperatura da superfície com o fundo, lixo e animais peçonhentos.		
Medidas preventivas	Se for tomar banho em rio sempre buscar praias oficiais com todas as medidas de segurança incluindo o serviço de guarda-vidas. Caso precise entrar na água sem corredeira com profundidade maior que 50% de sua altura utilize colete salva-vidas homologado e do tamanho certo. Também é importante dominar a prática de natação para aumentar a prevenção neste tipo de ambiente.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 4. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em remanso de rio.

Ambiente	Cachoeiras/	Cachoeira no Rio Iguaçu, Foz do Iguaçu.	 Fonte: Internet, acesso em Set de 2021.
Nº de casos nos anos de 2017 -2019	Paraná (37) - 02 (5,4%) **São Paulo (64)** - 03 (4,69%) Tocantins (32) - 0		
Agente	Água doce, normalmente barrenta podendo estar contaminada por esgoto ou agrotóxicos.		
Hospedeiro	Predomínio por adultos do sexo masculino.		
Riscos	As cachoeiras são muito perigosas para a prática de banho, pois possuem uma grande quantidade de água em movimento, um refluxo grande que dificulta as técnicas de natação e flutuação, ocasionando, dessa forma, um risco elevado de afogamento. No local da queda d'água, ou próximo, pode ocorrer a formação de um funil de arrasto que é proporcional ao volume de água da queda, altura da cachoeira e profundidade. Além desse risco existem também a formação de correntes fortes e refluxos provocados pela colisão da água com as pedras do local. Quanto mais próximo da queda principal maior será a força de arrasto. Se um banhista entrar nessa corrente vai ser arrastado para baixo da queda. Nadar bem não faz muita diferença, pois dependendo da corrente de arrasto vai ser sugado de igual forma. Também pode ocorrer risco de queda na água somado a traumatismos diversos ao considerar que as pedras ficam lisas com o vapor d'água e com os musgos. Outro fator a ser considerado é que o salvamento aquático ou resgate de vítimas de trauma em cachoeira é muito difícil, requer equipamento específico e equipe especializada, devido aos riscos já descritos. Muitas vezes necessita de um resgate através do transporte aéreo, devido a dificuldade de acesso ao local. Há casos em que o transporte aéreo não está disponível resultando em uma retirada por maca em plano inclinado, com riscos de agravamento do trauma já existente, em razão das dificuldades da remoção e tratamento do paciente até a chegada no hospital.		
Medidas preventivas	Não fazer atividades de banho, natação, fotografia em área de risco de queda, rapel e escalada em cachoeiras. Outra medida preventiva é visitar esses locais com um guia local.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 5. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em cachoeiras.

Ambiente/ Atividade	Piscina	Imagem da internet	
Nº de casos nos anos de 2009 -2019	Paraná (282) - 16 (5,67%) **São Paulo (683)** - 76 (11,12%) Tocantins (196) - 07 (3,57%)		
Agente	Água doce clorada ou salinizada.		
Hospedeiro	Predomínio por crianças até 09 anos.		
Riscos	Afogamento; traumatismo craniano. ficar com o cabelo preso no filtro; queda na água.		
Medidas preventivas	Não saltar; não deixar o portão aberto para evitar a entrada de crianças; usar trava no portão; cercar a piscina com grade com altura mínima de 1,20 m; com banhistas na água a bomba de filtragem deve permanecer desligada; piscinas públicas e de clubes devem ser protegidas por guarda-vidas com materiais de salvamento apropriados. Evitar deixar brinquedos nas bordas para não atrair crianças. Importante instalar ralos nos filtros que não prendem cabelo. A piscina deve ser sinalizada com placas orientando os riscos a serem prevenidos. Também deve ser instalada chave de interrupção de corrente elétrica de fácil acesso para uso em emergência com bombas. Importante manter equipamentos de primeiros socorros disponíveis para uso em caso de emergência.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 6. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em piscina.

Ambiente/ Atividade	Banheira	Imagem da internet	
Nº de casos nos anos de 2009 -2019	Paraná (282) - 1 (0,35%) **São Paulo (683)** - 1 (0,35%) Tocantins (196) - 2 (1%)		
Agente	Água tratada podendo conter produtos de higiene pessoal.		
Hospedeiro	Predomínio por crianças até um ano de idade.		
Riscos	Escapar da mão da mãe e aspirar água; escorregar e aspirar água (crianças); criança entrando em uma banheira com água; em menos de 20 segundos sem a supervisão da mãe é o tempo suficiente para um afogamento grave em crianças		
Medidas preventivas	Supervisionar a criança durante o banho e, após o banho, esvaziar a banheira.		

Fonte: Schinda (2021).

Figura 7. Tríade epidemiológica na análise dos afogamentos em banheira.

Conclusão

Compreender os riscos de afogamento em uma bacia hidrográfica é essencial para o desenvolvimento de um **planejamento regional eficaz**, capaz de mitigar as mortes por afogamento e proteger vidas de forma preventiva. A elaboração de **planos de contingência contra afogamentos** nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica exige uma abordagem integrada, que considere aspectos naturais, sociais e comportamentais.

Essa proposta do estudo poderia ser associada aos mapeamentos hidrometeorológicos, pois ambos visam identificar áreas de risco e estabelecer diretrizes para mitigar impactos adversos.

Esse cruzamento de dados facilitaria uma compreensão mais aprofundada sobre os riscos associados, tanto a condições naturais quanto a comportamentos humanos em áreas hidrográficas, proporcionando a criação de estratégias de prevenção e resposta adaptadas ao contexto específico de cada região.

Diferentes intervenções são necessárias para diferentes regiões. Qual é a mais importante? Todas são importantes, todas as formas possíveis de afogamento precisam ser conhecidas, entendidas e resolvidas com medidas eficazes de prevenção. Não há o interesse, nesse trabalho, de propor medidas salvacionistas, mas sim, inserir essa proposta como uma política necessária e lucrativa para o Estado, considerando que, **o afogamento mata muitas pessoas saudáveis**, todos os anos, no Brasil.

Na perspectiva apontada, **afirmo que o afogamento é evitável** e que existem **procedimentos escaláveis e de baixo custo**, e reafirmo da urgência em desenvolver uma resposta eficaz e coordenada para **salvar vidas, através da prevenção.**

Referências

BRASIL. **DATASUS**. Disponível em: <http:www2.datasus.gov.br/DATASUS/>. Acesso em: 15 Mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A declaração de óbito:** documento necessário e importante. Ministério da Saúde, Conselho Federal de Medicina, Centro Brasileiro de Classificação de Doenças. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 38 p. (Serie A. Normas e Manuais Técnicos).

PHTLS/NAEMT. **Atendimento pré-hospitalar ao traumatizado**. [trad. Renata Scavone, et al.] 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 896 p.

SCHINDA, Antonio**. Medidas de prevenção de afogamento dirigidas a uma bacia hidrográfica:** uma nova estratégia. 2021. 158 f. Tese (Doutorado em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) – Centro de Altos Estudos de Segurança, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

SOBRASA. **Resolução ONU A/75/24**. Bangladesh e Irlanda: projeto de resolução. Prevenção global de afogamento. Trad. SZPILMAN, David; QUEIROGA, Ana Catarina

Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/resolucao_ONU.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SOBRASA. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático. In: SZPILMAN, David *et a*l. (Org.). 8. ed. 2021b. **Afogamentos.** Boletim epidemiológico no Brasil 2021 (ano base 2019 e outros). Disponível em: <https://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/baixar/AFOGAMENTOS_Boletim_Brasil_2021.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

SZPILMAN, David. **Afogamento -** perfil epidemiológico no Brasil – ano 2012. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático – SOBRASA, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.sobrasa.org>. Acesso em: 17 mar. 2024.



Rio Jaru/RO
Autor: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO)

BOTUCATU: MUNICÍPIO MAIS RESILIENTE EM AFOGAMENTO

BOTUCATU: MOST RESILIENTE MUNICIPALITY IN DROWNING

BOTUCATU: MUNICIPIO MÁS RESILIENTE ATE AHOGAMIENTOS

BOTUCATU: MUNICIPALITÉ LA PLUS RÉSILIENTE FACE À LA NOYADE

Claudenir de Jesus Celestino[1]

1 Subtenente do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo; Bacharel em Direito pela Universidade Paulista - UNIP; Tecnólogo de Polícia Ostensiva e Preservação da Ordem Pública - PMESP; Técnico de Segurança do Trabalho pela escola Senac (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial); Membro da Diretoria Consultiva e da Diretoria do Município + Resiliente - SOBRASA (Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático). ORCID: https://orcid.org/0009-0000-5593-4976. E-mail: claudenircelestino@gmail.com.

Introdução

O afogamento em meio líquido é um problema de saúde pública que precisa ser entendido e tratado o mais breve possível, segundo a Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático - SOBRASA (2019), o número de óbitos por afogamento em nosso país supera os 5.700 casos ao ano, estimados em mais de 100.000 os casos não fatais. O observatório europeu Copérnicus, relata que: "As temperaturas médias globais durante os três meses de verão junho, julho e agosto foram as mais altas já medidas, ultrapassando recorde de 2023". Estudos do professor Paulo Artaxo relata que "O aumento da intensidade e da frequência de eventos climáticos extremos está ocorrendo no mundo todo".

Estudos publicados na revista "Nature Geoscience" mostram que os extremos de calor estão associados à inação global frente à crise climática. Maior calor, aumento da frequência de atividades aquáticas, consequentemente, agrava o risco de afogamentos. Em São Paulo, por exemplo, setembro de 2024 registrou temperaturas de até 35,1°C, a mais alta do ano, refletindo uma tendência de aquecimento que impulsiona a busca por lazer em ambientes aquáticos.

Esse aumento na busca por lazer aquático também eleva o risco de afogamentos, especialmente entre crianças e jovens. De acordo com a SOBRASA, 41% dos afogamentos no Brasil ocorrem no verão, entre dezembro e março. Esse período coincide com as altas temperaturas e ondas de calor que o país tem enfrentado, como os recordes de calor registrados em 2023 e 2024, que indicam que o verão deste ano será um dos mais quentes da história.

A falta de prevenção, educação e conscientização são fatores essenciais que contribuem para o aumento dos afogamentos, especialmente em contextos de mudanças climáticas e aumento das temperaturas. Quando as pessoas procuram locais aquáticos para se refrescar, sem o devido conhecimento sobre os riscos, a probabilidade de acidentes aumenta.

> Afogamentos em áreas isoladas do interior do estado são mais perigosos, pois existe baixa probabilidade de resgate ou apoio médico especializado. Com isso, reforçamos o conceito de que o risco de afogamento está proporcionalmente associado à exposição das pessoas com o ambiente aquático. Como regra geral, os locais onde ocorrem os afogamentos estão relacionados com o aumento da exposição aos riscos relacionados à água (Schinda, 2013).

A educação é de fato uma das formas mais eficazes de prevenção, pois ela pode sensibilizar as pessoas para os perigos da água, ensinando comportamentos seguros, como o uso adequado de coletes salva-vidas, a importância da vigilância constante em áreas com risco de afogamento e os primeiros socorros. Além disso, a educação pode envolver escolas, comunidades locais e campanhas em mídias sociais, promovendo uma cultura de segurança aquática.

Seguindo essa premissa foi criado em 2014, o programa de prevenção aos afogamentos intitulado de "Operação Viva Verão" que é uma parceria entre o Corpo de

Bombeiros do Estado de São Paulo e diversas instituições visando criar um programa que fosse efetivo na prevenção de afogamento.

A disseminação de informações e orientações sobre segurança nas atividades aquáticas pode reduzir, e muito, as fatalidades causadas por afogamento. A SOBRASA destaca que o afogamento é evitável em 99% dos casos, embora seja erroneamente considerado um acidente inevitável. Campanhas como a "Operação Viva Verão" buscam justamente promover essa conscientização, preparando a população para que desfrutem do verão com segurança. Desta forma, é possível identificar os riscos e orientar quantos aos métodos preventivos.

Objetivo do trabalho

Demostrar algumas ações do programa de prevenção de afogamento denominado "Operação Viva Verão" no município de Botucatu no Estado de São Paulo, como uma política pública a ser implementada em outras cidades.

Metodologia

Buscando a integração de medidas educativas de prevenção de afogamentos visando a promoção de práticas de segurança na água foi criado em 2014, o programa de prevenção aos afogamentos denominado "Operação Viva Verão" que é uma parceria entre o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo através da Estação de Bombeiros da cidade de Botucatu com as seguintes instituições: SAMU; Defesa Civil Municipal de Botucatu; Guarda Civil Municipal; Patrulha da Paz; Crescer Seguro; Exército Brasileiro através do (Tiro de Guerra sediado em Botucatu); Conselho Municipal do Turismo; Secretaria Municipal de Turismo; Secretaria Municipal da Educação; Secretaria Municipal da Saúde; Secretaria Municipal de Cultura; Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático (SOBRASA); Liga da Pediatria da UNESP; e a Liga de Suporte Básico de Vida da UNESP.

Através de estratégias simples, seguindo uma agenda anual de atividades, foi buscado aumentar a conscientização da comunidade e, principalmente, promover sua mudança de comportamento, tornando-a mais resiliente quanto aos riscos de afogamento. O alvo principal do programa de prevenção são alunos da educação infantil os quais são instruídos sobre segurança em ambientes aquáticos, pois notoriamente crianças aprendem rápido e são um vetor de reprodução das informações em seu meio social.

São várias estratégias que o programa adotou na área de educação pública, para promover conscientização da população. Através de dezenas ações preventivas, como palestras, exposição de materiais de salvamento em vias públicas, treinamento de profissionais da saúde, treinamento de agentes de segurança pública, treinamento de agentes de saúde, sinalização de áreas de risco de afogamento no município e divulgação do trabalho em eventos científicos.

Com o passar dos anos, novos parceiros foram aderindo às ideias, proporcionando novas atividades que, além de também transmitirem a mensagem de prevenção à população tornaram-se multiplicadores. Dentre todas as atividades realizadas, foi perceptível que a abordagem às crianças foi muito receptiva e gratificante os palestrantes.

Resultado

O programa "Operação Viva Verão" já promoveu mais de 600 ações preventivas educativas, dentre as quais podemos destacar no Quadro 1:

Quadro 1. Alguns registros do programa "Operação Viva Verão".

	1. Palestras realizadas para crianças no quartel de Bombeiros de Botucatu para diversos segmentos como escolas municipais, estaduais, particulares e projetos sociais.
	2. Auxílio na criação e desenvolvimento de atividades lúdicas para crianças de várias idades. Foram criadas brincadeiras com os seguintes nomes: Piscina maluca, salvamento no seco, deixando a piscina segura, nadando de colete no seco.
	3. Palestra para diretoras e coordenadoras das escolas da rede de ensino municipal com o objetivo de torná-las multiplicadoras da prevenção e facilitar o acesso dos funcionários do SAMU 192 (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) que realizaram as atividades do programa SAMUZINHO na escola.
	4. Distribuição de placas de sinalizações de perigos e advertências em piscinas para os 3 clubes da cidade, sendo: (Associação Atlética Botucatuense, Associação Atlética Ferroviária e Botucatu Tênis Clube) e também para a piscina municipal.

continua

continuação

	5. Palestra para integrantes da unidade militar do exército brasileiro – Tiro de Guerra 02-048. Anualmente aproximadamente 100 atiradores foram abordados com informações de prevenção aos afogamentos e primeiros socorros.
	6. Palestra para integrantes da liga do trauma, liga da pediatria e da liga de suporte básico de vida da Faculdade de medicina e enfermagem da UNESP (Universidade Estadual Paulista) Botucatu.
	7. Palestra e atividades lúdicas recreativa para alunos e funcionários da escola de educação especial / APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) Botucatu.
	8. Palestra para integrantes do COMUTUR – Conselho Municipal de Turismo de Botucatu. O objetivo foi mostrar os pontos vulneráveis frequentados por turistas e quais as medidas pertinentes a serem tomadas. Muitas ações preventivas foram desenvolvidas por este grupo.
	9. Palestra nos cursos de Bombeiros Mirins realizados pelo Corpo de Bombeiros de Botucatu.
	10. Exposições de materiais de salvamento aquático e distribuição de folhetos educativos em eventos públicos.

continua

continuação

	11. Realização de treinamentos de salvamento para Bombeiros, médicos, enfermeiros, guarda vidas, guardas municipais, militares do exército e condutores de ambulâncias
	12. Confecção e distribuição de material gráfico (panfletos educativos) para escolas e postos de saúde.
	13. Mais de 90.000 panfletos e revistas distribuídos em escolas, praças de pedágios, igrejas e faculdades.
	14. Bloqueio educativo em áreas de risco, principalmente em cachoeiras. As ações sempre contaram com apoio dos amigos parceiros da prevenção.
	15. Bloqueio educativo aos sábados na Rua Amando de Barros, a rua de maior comércio da cidade e de intenso fluxo de pessoas. Nesta oportunidade, além de abordar os transeuntes os veículos também eram parados e todos recebiam folhetos e informações pertinentes à prevenção de afogamentos.
	16. Instalação de placas e diálogos prevencionistas para moradores da vila de pescadores do Porto Said.

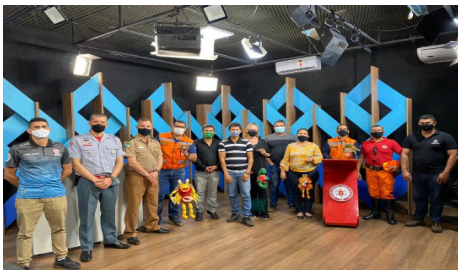
continua

continuação

	17. Instalação de placas no Balneário do Rio Bonito, Alvorada da Barra e Bairro da Mina em Botucatu. Distribuído mais de 20 placas na orla do Rio Tietê que banha a região, bem como nas margens da represa de Paranapanema, região de Avaré/SP.
	18. Participação em eventos esportivos com brincadeiras lúdicas para as crianças e atividades esportivas de salvamento aquático.
	19. Criação e instalação de Outdoor e Busdoor. Instalado em pontos estratégicos da cidade.
	20. Desfile Cívico comemorativo ao 07 de setembro, como tema prevenção em afogamentos e cadeia da sobrevivência do afogado.
	21. Auxílio em peça de teatro infantil realizado pelo projeto Crescer Seguro.
	22. Entrega de pulseiras para quem vai à praia. Houve uma divulgação nas rádios e redes sociais orientando e convidando as pessoas que fossem à praia para que passassem no quartel de Bombeiros para retirar a pulseirinha para as crianças, facilitando assim a identificação das mesmas para não se perderem nas praias

continua

continuação

	23. Apoio no desenvolvimento e orientação para trabalhos científicos e acadêmicos para alunos dos cursos de medicina da UNESP Botucatu.
	24. Elaboração de artigos científicos apresentados no Seminário Nacional de Bombeiros, de Emergências e Congressos Médicos.
	25. Participação em congressos nacionais de Prevenção em Afogamento – Paraná, Tocantins e Goiás.
	26. Participação na Conferência Mundial de Prevenção em Afogamento – África do Sul – apresentando 2 trabalhos científicos: Campanha Operação Viva Verão realizando a prevenção através da educação e da estruturação do programa" Município +Resiliente em Afogamento"
	27. Participação na Semana Nacional de Prevenção aos Afogamentos – Piscina + Segura
	28. Desenvolvimento, criação e instalação de placas de cabeça d'água em rios da região que são suscetíveis à ocorrência deste fenômeno. Vale lembrar que esta placa não existia no Brasil.

Fonte: Imagens coletadas pelo autor.

O sucesso da "Operação Viva Verão" na redução do número de mortes por afogamento foi impulsionado pela enorme adesão de diversos setores e instituições na missão de divulgar, com a maior abrangência possível, medidas preventivas para evitar o afogamento. Mais de 20.000 crianças participaram diretamente do programa de prevenção, além das pessoas que acabaram, mesmo que indiretamente, impactadas com essas informações levadas pelo público presente nas atividades.

As taxas de afogamento diminuíram consideravelmente em Botucatu/SP, partindo de uma média de 29 mortes/ano na década de 90 e chegando a zero em 2016 e 2018, tornando a cidade uma referência no combate ao afogamento na região.

Infelizmente, nos últimos anos, houve alguns casos de mortes, mas nenhum morador da cidade de Botucatu, todos de outras regiões. Isso mostra que a luta contra o afogamento não pode parar. Não é porque reduziu em um ano que pode se dar por satisfeito e que a missão foi cumprida. As atividades preventivas devem ser constantemente realizadas em todos os nichos da sociedade e disseminadas em outros municípios.

Conclusão

O aumento das temperaturas, causado pelas mudanças climáticas, tem incentivado mais pessoas a buscar atividades aquáticas, como nadar em praias, rios, lagos e piscinas, para se refrescar. Esse aumento na procura pode, infelizmente, elevar os casos de afogamento, especialmente se as pessoas não tomarem precauções adequadas.

Com planejamento, conscientização e ação, é possível minimizar os riscos mesmo diante de condições climáticas desafiadoras.

O difícil de trabalhar com a prevenção é conseguir mensurar seus resultados. Infelizmente a única forma de mensuração é utilizar os casos fatais de afogamento dos anos anteriores, porém, não é apenas utilizando estes dados numéricos presentes que definiremos o sucesso e o resultado destas ações. Temos a confiança também que levar a educação preventiva terá muito resultado no futuro, pois todos que foram abordados e receberam as informações, nestas mais de 600 ações dificilmente entrarão numa situação de risco e poderão ser multiplicadores para outras pessoas de tudo o que aprenderam. Por fim, acreditamos que a diminuição dos números de afogamentos em Botucatu tem sido consequência, não apenas da "Operação Viva Verão" isoladamente, mas sim da parceria de diversas instituições do município e do espírito de prevenção que tomou conta de diversos setores da sociedade e das pessoas impactadas pelas ações.

Investir em prevenção salva vidas, reduz custos com resgates e ajuda a criar uma cultura de segurança.

Referências

AGÊNCIA BRASIL. **Verão de 2024 entra para história como o mais quente já registrado**.Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/verao-de-2024-entra-para-historia-como-o-mais-quente-ja-registrado>. Acesso 10 ago de 2024.

APUFSC. **Sindicato dos Professores das Universidades Federais de Santa Catarina** . Disponível em: <https://www.apufsc.org.br/2024/05/13/>. Acesso 07 ago 2024.

FORSTER, PIERS. **Profile**. Disponível em: <https://environment.leeds.ac.uk/see/staff/1267/professor-piers-forster>. Acesso em 11 de nov de 2024.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Notícias.** Disponível em: <www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/05>. Acesso em 09 de nov 2024.

SCHINDA, Antonio. **Epidemiologia de afogamento:** Estado e políticas públicas no Paraná. Cascavel, PR: PPGE, UNIOESTE, 2013. 146 p. (Dissertação de Mestrado).

SOBRASA. **Programas Institucional de prevenção em afogamentos**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sobrasa.org>. Acesso em: 19 Out. 2024.

SOBRASA. **Programa "município mais resiliente em afogamento"**. Acesso realizado 12 nov de 2024.

SZPILMAN, DAVID; DIRETORIA SOBRASA. **Afogamento** – Boletim epidemiológico no Brasil 2018. 2018-22. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático SOBRASA - Disponível em: <http://www.sobrasa.org>. Agosto 2019.



Artesanato Terena, da Aldeia Kopenoti - Terra Indígena de Araribá, Avaí - SP.
Crédito: Irineu Njhea Terena.

EQUIPAMENTOS URBANOS EM UVARANAS, PONTA GROSSA, PR:ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DOS RAIOS DE ABRANGÊNCIA

URBAN EQUIPMENT AT UVARANAS NEIGHBORHOOD, PONTA GROSSA, BRAZIL: COVERAGE RADIUS ANALYSIS

EQUIPAMIENTOS URBANOS EN UVARANAS, PONTA GROSSA, BRASIL: ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN A PARTIR DE RAYOS DE COBERTURA

ÉQUIPEMENT URBAIN À UVARANAS, PONTA GROSSA, BRÉSIL:ANALYSE DE DISTRIBUTION À PARTIR DOS RAYONS DE COUVERTURE

Nisiane Madalozzo[1]

Maria Eduarda Martins[2]

Maria Eduarda Pauliki[3]

1 Arquiteta urbanista pela Universidade Federal do Paraná. Mestre em Geociências, Doutora em Geografia, Docente e Pesquisadora pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde é vice-líder do Grupo de Estudos Urbanos e Regionais – GEUR. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9607-9275. E-mail: nmadalozzo@uepg.br.

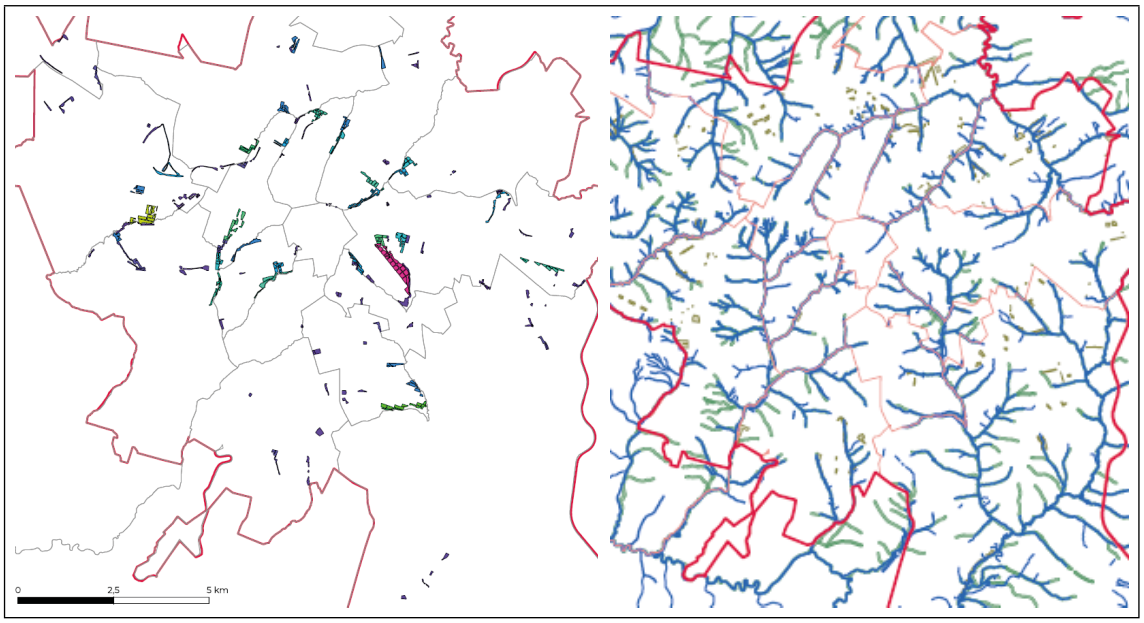
2 Bacharelanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-9086-7803. E-mail: duda.martins22@yahoo.com.br.

3 Bacharelanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-1806-7899. E-mail: dpauliki12@gmail.com.

Introdução

O ambiente urbano se configura como um palco de intensas relações, práticas sociais e interações entre seus habitantes. Trata-se de um núcleo populacional onde, segundo a Constituição Federal de 1988 e uma série de outras legislações, devem ser garantidos os direitos fundamentais dos cidadãos. Na busca pelo resguardo e fomento do bem-estar da população, é importante levar em consideração que há enormes diferenças sociais entre grupos, e que a demanda de acesso às redes públicas de serviços e infraestrutura é frequentemente majoritária dentre a camada mais marginalizada (Madalozzo; Souza, 2018).

Ponta Grossa é uma cidade média paranaense cujo desenvolvimento urbano está intimamente relacionado à sua localização estratégica. Historicamente, a localidade tem sido cruzamento de trajetos de diferentes tipos – caminhos tropeiros, missioneiros, rodoviários e ferroviários (Nascimento; Matias, 2011; Madalozzo, 2015). Soma-se a isso a presença de uma vasta rede hidrográfica sobre um relevo bastante acidentado, o que faz com que, em Ponta Grossa, as desigualdades sociais estejam espacializadas acompanhando as áreas de margens de rios e ferrovias como vetores (Madalozzo; Souza, 2018; Madalozzo, 2022), como pode ser observado na Figura 1:



Fonte: Ponta Grossa (2024).

Figura 1. Aglomerados subnormais e rede hidrográfica em um trecho urbano de Ponta Grossa – PR.

Dessa forma, em Ponta Grossa, a periferização acontece em meio ao centro urbano. As populações de baixa renda, em situação de vulnerabilidade social e com moradias instáveis e em risco estão entremeadas na malha urbana e não apenas isoladas nas franjas urbanas. Nesse contexto, e levando em considerações as mudanças climáticas que, a cada tempo, tornam-se mais notórias, a população mais marginalizada e suscetível

a fenômenos como enchentes e deslizamentos está presente em praticamente todos os bairros pontagrossenses, mesmo os mais centrais.

A correta distribuição os equipamentos urbanos é um fator determinante de bem-estar social e de apoio ao desenvolvimento econômico, além da potencialidade de ordenação territorial e de estruturação desses aglomerados. É de suma importância compreender a disposição dos equipamentos urbanos e comunitários, a fim de avaliar se estão adequados às necessidades da população local, visto que o crescimento dos equipamentos deve ser alinhado ao crescimento populacional, de forma a evitar a desproporção dos recursos torna-se necessário um planejamento detalhado que permita condições de vida digna e igualitária. Assim, torna-se evidente que os equipamentos urbanos exercem uma função crucial no equilíbrio social, político, cultural e de bem-estar, havendo urgência em compreender de que forma a população que mais demanda a presença desses equipamentos está suscetível a mudanças.

A cidade de Ponta Grossa, na virada do século XIX para o XX, testemunhou transformações socioeconômicas e inovações tecnológicas que alavancaram seu processo de urbanização. Com a chegada da linha férrea e dos imigrantes europeus, a cidade passou por mudanças profundas, modificando costumes e apontando para um novo horizonte de "desenvolvimento". Como observa Monastirsky (2006), "a instalação do complexo ferroviário em Ponta Grossa determinou a configuração da estrutura urbana da cidade" e "contribuiu para que a sociedade ponta-grossense vivenciasse um rápido processo de modernização urbana".

O bairro de Uvaranas, situado no Município de Ponta Grossa, é um dos mais tradicionais e populosos bairros da cidade. De acordo com registros históricos, o bairro teve seus primórdios com a chegada de tropeiros que passavam pela região e foram se instalando em grandes propriedades para agricultura e criação de animais na antiga Colônia Otavio. Outro ponto marcante para o desenvolvimento do bairro de Uvaranas se deve à presença do entroncamento ferroviário da Malha Sul (Souza, 2018).

Os equipamentos urbanos de uma cidade exercem uma influência direta sobre a qualidade de vida e o bem-estar de toda a população. Firmada na legislação federal, conforme estabelecido na Constituição Federal promulgada em 1988 (Brasil, 1988), que garante os direitos e deveres de todo cidadão brasileiro, esses equipamentos desempenham um papel fundamental em satisfazer as diversas necessidades da comunidade. Desde espaços de convívio e cultura até serviços essenciais como educação, saúde e sistemas de transporte público, eles são peças-chave na construção de uma cidade que atenda plenamente às necessidades de seus habitantes.

O planejamento de equipamentos urbanos é papel do poder público, com o objetivo de proporcionar o bem-estar à população, sendo um direito de cada cidadão o acesso a espaços e serviços que promovam a qualidade de vida. Para garantir esses direitos, é necessário um esforço conjunto entre o Estado, a sociedade civil e o setor privado. Isso envolve o desenvolvimento de políticas públicas eficazes, o investimento em infraestrutura e serviços, a promoção da participação cidadão e o combate às desigualdades que podem impedir o pleno acesso desses direitos pela população.

Para esse estudo foi selecionado o bairro de Uvaranas situado no Município de Ponta Grossa, devido a uma série de razões. Primeiramente, sua posição como um dos bairros mais populosos da região o torna um ponto central para análise, refletindo diretamente a dinâmica urbana e demográfica da área. Além disso, Uvaranas possui diversas instituições de ensino, unidades de saúde e um comércio em constante crescimento, impulsionado pela demanda crescente e pela expansão do bairro e da região leste do perímetro urbano. Por fim, o histórico do bairro, desde sua fundação como uma colônia de imigrantes até seu desenvolvimento como um polo cultural e social ao longo das décadas. Uvaranas tem sido, ao longo das décadas, bairro de destino de populações gentrificadas, havendo muitos aglomerados subnormais e ocupações em situação de risco, à margem de rios urbanos, nesse bairro (Figura 2):



Fonte: *Google Satellite* (2024).

Figura 2. Ocupações às margens de rios em Uvaranas – Ponta Grossa, PR.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a adequação da distribuição geográfica dos equipamentos públicos no bairro de Uaranas para pleno atendimento da população através da análise dos raios de abrangência empregados largamente nas ações de planejamento urbano local. Compreende-se que, a partir de uma leitura urbana correta, será possível organizar melhor as ações de planejamento e gestão urbana para o cenário de mudanças que aparece cada vez mais urgente.

Revisão

O conceito de direito à cidade surgiu em um cenário turbulento e transformador, no fervor dos acontecimentos de 1968, quando Paris se viu imersa em protestos e greves que reivindicavam as questões educacionais abrangendo uma série de demandas sociais e políticas. Nesse contexto, Lefebvre (1968), um renomado sociólogo e filósofo marxista, lançou as bases do conceito de direito à cidade com sua obra seminal "*Le droit à la ville*" (O Direito à Cidade) conduzindo uma perspectiva radicalmente nova sobre o espaço urbano. Onde apresentou que as cidades não eram apenas espaços físicos, mas sim espaços onde as relações capitalistas se reproduziam e onde a resistência poderia crescer de maneira criativa (Lefebvre, 1968).

Essa visão inovadora propõe uma transformação radical na forma como entendemos e vivenciamos o espaço urbano. O direito à cidade não se limita à questão de acesso físico, mas integra a ideia de participação ativa, inclusão social e construção coletiva do ambiente urbano. É a afirmação do poder dos cidadãos sobre o destino e a configuração de seus próprios locais de vida, trabalho e lazer. O conceito de "direito à cidade" emergiu como uma resposta à alienação causada pela urbanização descontrolada e regulamentada. Lefebvre criticou os gestores públicos e urbanistas, propondo a reconsiderar a cidade como um espaço de convivência, interação e diversidade, onde o valor principal seria o de utilização, e não de mera troca (Lefebvre, 1968).

No Brasil, as ideias de Henri Lefebvre foram difundidas logo na década de 1970, graças à rápida tradução para o português, o que permitiu uma ampla disseminação da noção de direito à cidade. Essa discussão ocorreu em um contexto em que uma parcela significativa da população urbana vivia em condições precárias, demandando urgentemente habitação, equipamentos urbanos, infraestrutura e transporte adequados. Foi nesse cenário que o ideário do direito à cidade se fundiu com o movimento da reforma urbana, centrado em demandas como acesso à terra e à moradia, a função social da propriedade e o combate à especulação imobiliária, além da gestão democrática das cidades (Lefebvre, 1968).

Essa ideia teve inclusão do capítulo da política urbana na Constituição de 1988, onde trata no "Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição." Refletindo-se nas duas décadas seguintes em uma proliferação produção legislativa no campo do Direito Urbanístico, novos modelos de gestão pública com enfoque participativo e políticas voltadas à implementação de direitos sociais. O ápice desse período foi o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que em seu artigo 2º estabeleceu como primeira diretriz da política urbana brasileira a garantia do direito a cidades sustentáveis (Brasil, 2001).

Nesse contexto, o direito à cidade pode ser entendido através da obtenção de infraestrutura, serviços urbanos e habitação social. Esses aspectos podem ser concedidos sem desafiar efetivamente o sistema capitalista. Ele não se limita a políticas governamentais urbanas, planos urbanísticos ou legislação específica, embora possa estar implicitamente refletido nesse cenário (Brasil, 2001).

Ao invés disso, representa uma visão inspiradora que orienta os movimentos sociais, mais do que um direito rigidamente definido pela lei. Não se trata apenas da liberdade individual de acesso aos recursos urbanos, mas sim do direito coletivo de transformar a cidade, exigindo o exercício conjunto de poder para reconfigurar os processos de urbanização.

O espaço, como um todo, tem sido objeto de estudo e interesse por várias gerações de arquitetos, urbanistas e sociólogos. Esses legados constituem a base para as questões contemporâneas que emergem da relação entre espaço e sociedade. Em diversas esferas, a compreensão da nossa contemporaneidade passa inevitavelmente pelo debate sobre

espaço e sociedade. É fundamental destacar a importância do estudo da produção do espaço urbano, especialmente para compreender as contradições e possibilidades presentes nas práticas cotidianas. Essas práticas são realizadas no espaço vivido, influenciadas por representações e práticas espaciais moldadas por novas relações espaço-tempo de apropriação da cidade, que podem ser impostas normativa ou subversivamente pelas mudanças no uso do espaço

Os desafios sociais que enfrentamos hoje estão intimamente ligados às questões espaciais. É dentro dessa perspectiva que se insere a obra "A Produção Social do Espaço Urbano", de Gottdiener contribui para esse debate ao abordar a produção social do espaço urbano, que discute uma forma qualitativamente nova de espaço urbano. Esse espaço, como produto social, pressupõe mudanças significativas nos padrões de organização da sociedade, capazes de produzir e reproduzir diferentes usos da terra (Gottdiener, 1993).

As políticas públicas desempenham um papel crucial nesse contexto, mediando a relação entre capital e trabalho e buscando garantir o direito à cidade para todos os cidadãos. No entanto, essas intervenções estatais também podem contribuir para a hierarquização socioespacial e a perpetuação da desigualdade nas cidades, especialmente nas periferias do capitalismo.

No contexto específico de Ponta Grossa, é necessário compreender a cidade em toda a sua complexidade, considerando suas relações entre forma e conteúdo, bem como suas interações com outras cidades diante das novas relações espaço-tempo e mudanças na dinâmica urbana contemporânea. Isso implica realizar interpretações sobre a produção do espaço com base em discussões aprofundadas sobre a cidade e o cotidiano, suas transformações e tendências, para uma compreensão mais completa da realidade.

A expansão urbana trata-se de um fenômeno impulsionado pelo aumento populacional, pela demanda por habitação, pelo desenvolvimento econômico e por diversos outros fatores. Contudo, a expansão urbana muitas vezes resulta em urbanização desordenada, gerando problemas como congestionamentos, poluição, perda de áreas verdes e infraestrutura inadequada, tornando-se um obstáculo, para atender a demanda. A gentrificação é outro fenômeno que contribui para a dificuldade de acesso para todos os residentes do bairro de Uvaranas. Embora possa trazer vantagens, como a revitalização urbana e a melhoria da qualidade de vida para alguns, também pode resultar em exclusão social, dificultando o acesso igualitário aos equipamentos urbanos.

O Plano Diretor de uma cidade é um dos instrumentos mais importantes previsto no estatuto da cidade, com o propósito de estruturar o planejamento do território municipal como um todo, além de validar outros instrumentos estabelecidos pelo próprio Estatuto. Portanto, o Plano Diretor de uma cidade é criado para permitir a participação social na gestão dos interesses públicos. Logo o Plano Diretor gera uma grande importância na inovação jurídica, que favorece uma concreta política de desenvolvimento e expansão urbana, atendendo à função social da cidade e garantindo o bem-estar de seus habitantes.

A Constituição Federal permite que cada Plano Diretor estabeleça as exigências fundamentais de ordenamento da cidade, de modo que a propriedade urbana atenda à função social conforme a realidade local de cada município. Dessa forma, o Plano Diretor assegura que o desenvolvimento urbano ocorra de maneira organizada, sustentável e participativa, refletindo as necessidades e aspirações da comunidade local (Brasil, 1988). A Constituição Federal de 1988 institui direitos básicos para o cidadão brasileiro. Estes direitos básicos são garantidos pelo Art. 6º:

> São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (Brasil, 1988).

A Lei Federal nº 10.257/2001, também conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece uma série de instrumentos convergentes para a institucionalização de políticas de desenvolvimento urbano. O Estatuto da Cidade é a lei federal de desenvolvimento urbano exigida constitucionalmente, regulamentando importantes instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos que assegura o Plano Diretor (Brasil, 2001).

Os instrumentos urbanísticos e tributários previstos no Estatuto da Cidade têm o poder de alterar o cenário orçamentário dos municípios. Eles fornecem aos gestores públicos a capacidade de identificar demandas e planejar investimentos de forma mais eficaz, trazendo diversos benefícios para a administração municipal. Esses instrumentos podem facilitar a disponibilidade de terras para fins habitacionais sociais e para a instalação de equipamentos públicos, como escolas, hospitais e parques. Ao regulamentar e incentivar o uso adequado do solo urbano, é possível promover um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável, garantindo que áreas específicas sejam destinadas a usos que beneficiem a população como um todo (Brasil, 2001).

O Plano de Mobilidade Urbana é uma ferramenta estabelecida pelo Estatuto da Cidade com o propósito de criar diretrizes e normas que orientem o poder público e a sociedade na gestão das cidades. Este plano visa promover cidades ambientalmente sustentáveis, socialmente inclusivas e mais democráticas (Brasil, 2012).

Os equipamentos urbanos desempenham um papel crucial na configuração e na qualidade de vida das cidades, independentemente do seu tamanho. Eles abrangem uma ampla gama de instalações e serviços que são essenciais para atender às necessidades da população e promover o desenvolvimento sustentável (Neves, 2015).

Os equipamentos urbanos são divididos em dois tópicos, os equipamentos urbanos públicos e os equipamentos urbanos comunitários. Os equipamentos públicos urbanos são as instalações e espaços de infraestrutura urbana destinados aos serviços públicos de abastecimento

de água, esgotamento sanitário, coleta de águas pluviais, disposição e tratamento dos resíduos sólidos, transporte público, energia elétrica, rede telefônica, gás canalizado e congêneres. Como previsto no art. 5º, parágrafo único da Lei 6.766/79 (Brasil, 1979).

Logo os equipamentos públicos comunitários são as instalações e espaços de infraestrutura urbana destinados aos serviços públicos de educação, saúde, cultura, assistência social, esportes, lazer, segurança pública, abastecimento, serviços funerários e congêneres. Como previsto o art. 4º da Lei nº 6.766/79 (Brasil, 1979).

É fundamental o estudo dos equipamentos urbanos e entender como eles interagem com o ambiente circundante e com os residentes. Isso inclui considerar questões de acessibilidade, funcionalidade, segurança e inclusão social (Souza, 2021). É através da implementação e pleno funcionamento desses equipamentos e das redes de infraestrutura que a gestão pública busca garantir a efetivação cada vez mais plena do direito à cidade por parte dos cidadãos.

No âmbito municipal, Ponta Grossa teve seu primeiro plano diretor aprovado em 1967, seguido pela segunda versão em 1992 (Sahr, 2000). A terceira versão, aprovada em 2006, permaneceu em vigor até 2022, quando foi aprovada uma revisão realizada em 2018. Nos anos 1960, Ponta Grossa começou a expandir sua área urbanizada para regiões próximas aos rios devido à industrialização e ao crescimento populacional. Essas áreas, inicialmente desvalorizadas e com infraestrutura inadequada, passaram a ser ocupadas por famílias de baixa renda, devido à proximidade com o centro urbano. Esse processo de ocupação informal se intensificou com a industrialização acelerada nas décadas de 1960 e 1970. Assim, os planos urbanísticos começaram a ser desenvolvidos com o objetivo de abordar e solucionar esses problemas. O primeiro Plano Diretor, elaborado em 1967, identificou vários desafios na configuração espacial da cidade, especialmente devido à topografia, que criava descontinuidades no espaço urbano (Madalozzo, 2019).

A Lei Nº 14.305, de 22 de julho de 2022, revisa o Plano Diretor do Município de Ponta Grossa, no Paraná. A Câmara Municipal aprovou esta revisão em 29 de junho de 2022, através do Projeto de Lei Nº 451/2019, de autoria do Poder Executivo.

Esta lei, sancionada pela Prefeita Municipal, estabelece que a revisão do Plano Diretor está em conformidade com o Art. 40, § 3º da Lei Federal Nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), a Carta Mundial pelo Direito à Cidade e outras legislações pertinentes. O Plano Diretor é o principal instrumento estratégico da política de desenvolvimento do município, aplicável em todo o seu território por agentes públicos e privados (Brasil, 2001).

O Plano de Mobilidade Urbana do município, publicado em 2019, apresenta várias informações e propostas para aprimorar a mobilidade urbana local (PMPG, 2019). O documento detalha dados sobre pavimentação e transporte público, além de delinear os planos municipais para a melhoria do sistema viário do município. A Lei Ordinária nº 14311/2022 institui o Plano de Mobilidade Urbana do Município de Ponta Grossa, visando assegurar o direito de ir e vir da população, além de garantir deslocamentos eficientes e sustentáveis para pessoas e cargas. O plano busca reduzir a necessidade de deslocamento por

meio da diversificação de usos e atividades, além de promover a integração dos transportes e do sistema viário regional e municipal. Esta lei representa um esforço para modernizar e melhorar a mobilidade urbana em Ponta Grossa, promovendo sustentabilidade, inclusão social e uma gestão democrática e eficiente (Ponta Grossa, 2022).

A Prefeitura de Ponta Grossa, em parceria com a Companhia de Habitação do Paraná (Cohapar), lançou a primeira fase do projeto Residencial Bem Viver Uvaranas, que contará com 408 casas e um investimento superior a R$ 60 milhões. No ano de 2021, a Pacaembu Construtora, como parte das exigências do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), construiu uma ponte entre os núcleos Dal Col e San Martin, com custo de mais de R$ 1,2 milhão, melhorando a mobilidade da região, a importância da construção da ponte, vão ajudar a cidade a avançar, facilitando o acesso à casa própria (Gil, 2021).

As contrapartidas do EIV incluem também a criação de uma área de lazer com instalações de segurança e acessibilidade, equipamentos para a terceira idade, playground, seis superpostes de comunicação sem fio, oito pontos de ônibus cobertos, uma ciclovia de 1,50 m na Rua 01, arborização das ruas internas, e a recuperação da Área de Preservação Permanente no empreendimento (Gil, 2021).

A economia de Ponta Grossa foi significativamente influenciada pela sua localização estratégica como um importante centro de interconexão dos principais meios de transporte do estado. Além disso, a cidade desempenha um papel fundamental na região em que está situada, devido ao seu desenvolvimento notável em diversos setores, incluindo indústria, comércio, serviços e agropecuária. Conforme os dados do IBGE (2022) "A Região Centro Oriental do estado do Paraná é uma das principais regiões paranaenses, em que apresentou crescimento populacional de 0,8% entre 2010 e 2022, sinalizando um aumento significativo. Neste contexto, Ponta Grossa se destaca como uma cidade de grande importância, com uma renda total mensal que supera pela metade o valor de toda a mesorregião, destacando-se em termos econômicos."

Nos últimos anos, Ponta Grossa testemunhou uma relevante expansão urbana à medida em que as terras rurais vêm se transformando em loteamentos urbanos. Esta transição não só transforma a paisagem física da cidade, mas também influencia diretamente a dinâmica entre as áreas urbanas e rurais (Nascimento; Matias, 2011).

É notável a presença de loteamentos destinados à população de baixa renda, muitas vezes situados nas periferias e nos limites do perímetro urbano. Aqui, surge uma interseção única entre o urbano e o rural, onde a vida na cidade se mistura com as práticas agrícolas tradicionais. Essa realidade traz à tona uma série de questões socioambientais e de saúde pública. De modo a propor uma forma de garantir a segurança e o bem-estar dos residentes desses loteamentos, especialmente aqueles de baixa renda que podem ter recursos limitados, tendo que enfrentar esses desafios (Gomes, 2006).

Atualmente, a base econômica do Município de Ponta Grossa consiste principalmente nos setores de serviços, comércio e indústria. O Município também se destaca como um

polo de saúde e educação para as cidades do entorno, especialmente no ensino superior. Além disso, Ponta Grossa apresenta grande potencial para alcançar notoriedade nacional. Na área de urbanismo, o município ganhou destaque pelo seu planejamento estratégico e forte investimento em infraestrutura urbana, através de programas e planos municipais. Projetos foram desenvolvidos do centro aos bairros mais periféricos, incluindo a revitalização de grandes avenidas e a arborização viária, conforme os planos norteadores da cidade (CDEPG, 2023).

O Bairro de Uvaranas se destaca como um bairro muito conhecido e historicamente relevante para a cidade. Sua trajetória está interligada ao desenvolvimento urbano de Ponta Grossa, desde suas origens até os dias atuais. Portanto, compreender o crescimento urbano dessa região é essencial para entendermos a evolução da própria cidade ao longo do tempo. Além disso, Uvaranas apresenta uma das transformações urbanas observadas em Ponta Grossa. Ao estudar esse bairro de forma detalhada, pode-se identificar padrões, tendências e desafios que são comuns a outras áreas urbanas da cidade (Queiroz, 2018).

O Bairro Uvaranas é um dos mais populosos de Ponta Grossa e também um dos que mais se expandiram nos últimos 50 anos. Sua origem, no entanto, remonta ao século XVIII, quando foi inicialmente ocupado por paulistas e portugueses. A formação do bairro contou com a presença significativa de imigrantes russos, poloneses e ucranianos, sendo os imigrantes italianos os que mais se destacaram nesse processo (Kossoski, 2021).

Com base nos dados do Censo de 2010[4], o bairro de Uvaranas contava com uma população de 44.450 habitantes, dos quais 51,39% eram mulheres e 48,61% homens. Além disso, o bairro apresentou maior concentração de jovens, totalizando 10.846 pessoas. A faixa etária da população é distribuída entre 24,4% de jovens (0 a 14 anos) e 7,5% de idosos (65 anos ou mais). Observa-se que Uvaranas é o maior bairro da cidade, seguido pelo bairro Contorno, que conta com 28.386 habitantes (Censo, 2010).

É notável a presença de diversos Conjuntos Habitacionais que se estabelecem anualmente na área, oferecendo opções de moradia acessíveis e populares. Essa dinâmica não apenas contribui para a diversidade demográfica do bairro, mas também reflete seu papel como um local de oportunidades residenciais em constante crescimento. O primeiro conjunto habitacional foi implantado através do requerimento aprovado pela planta nº 558, datado de 19 de novembro de 1952. Denominado Jardim Brasil, foi construído na Vila Marina, na região de Uvaranas, com 50 casas, destinadas aos militares para que residissem próximos ao quartel do exército. No entanto, este conjunto habitacional tornou-se transitório, pois os militares eram frequentemente realocados para outras cidades. Posteriormente, o conjunto foi repassado para a administração da COHAPAR, marcando as primeiras ações do poder público municipal na construção de moradia popular (Habitação, 2023).

Além disso, Uvaranas abriga instituições educacionais, como a Universidade Estadual de Ponta Grossa e o centro de ensino Cescage, responsável não apenas pela formação de milhares de profissionais, mas também por importantes descobertas científicas em âmbito nacional

e internacional. A proximidade dessas instituições de ensino superior não só atrai estudantes universitários, mas também contribui para a intelectualidade e cultural da área, tornando-a um ambiente propício para o aprendizado e a troca de conhecimentos (A Rede, 2023).

Outro marco significativo é o Hospital Regional dos Campos Gerais e o Hospital Vicentino, que reforça a infraestrutura de saúde do bairro e da região circundante. Essa instalação não apenas oferece serviços médicos essenciais à comunidade local, mas também atrai profissionais de saúde e investimentos para a área, promovendo ainda mais seu desenvolvimento e qualidade de vida. Visando ampliar o atendimento de saúde a saúde neste ano, Foi assinada a 'Ordem de Serviço' para a construção de uma nova Unidade de Pronto Atendimento em Ponta Grossa: a UPA Uvaranas. De acordo com a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Planejamento, a UPA Uvaranas será construída na confluência da Av. Gen Carlos Cavalcanti com a Alameda Nabuco de Araújo, próximo ao Terminal de Uvaranas e do campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa (A Rede, 2023).

Inaugurado em 2004, o Terminal de Uvaranas ao longo dos anos vem facilitando o embarque, desembarque e a realização de conexões entre diversas rotas da cidade para a população da região. A Prefeitura de Ponta Grossa, através da Autarquia Municipal de Trânsito e Transportes (AMTT), em 2016 tem implementado a "rota universitária" em que os usuários do transporte coletivo e moradores de toda a extensão poderão circular mais rapidamente entre os terminais de Uvaranas e Nova Rússia via Contorno Leste, além de acessar as universidades com mais agilidade e segurança (Souza, 2016).

O bairro Uvaranas conta com duas vias principais: a Avenida General Carlos Cavalcanti e a Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda. A Avenida General Carlos Cavalcanti possui características predominantemente comerciais e desempenha um papel crucial na ligação do bairro com o Centro da cidade, facilitando o fluxo de pessoas e mercadorias. Por outro lado, a Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda também é uma via importante, contribuindo para a mobilidade e acessibilidade dentro do bairro. Essas avenidas são essenciais para o desenvolvimento econômico e social de Uvaranas, suportando tanto o comércio local quanto a integração com outras partes de Ponta Grossa (Kossoski, 2021).

Métodos

Para a realização deste estudo, à parte da revisão bibliográfica e normativa acerca do tema, foram utilizados recursos de geoprocessamento para uma análise espacial mais precisa referente à distribuição de equipamentos públicos urbanos e comunitários no recorte de interesse. Ferramentas como *Google Earth* e a plataforma de georreferencialmento local *WGeo Ponta Grossa*, foram empregados.

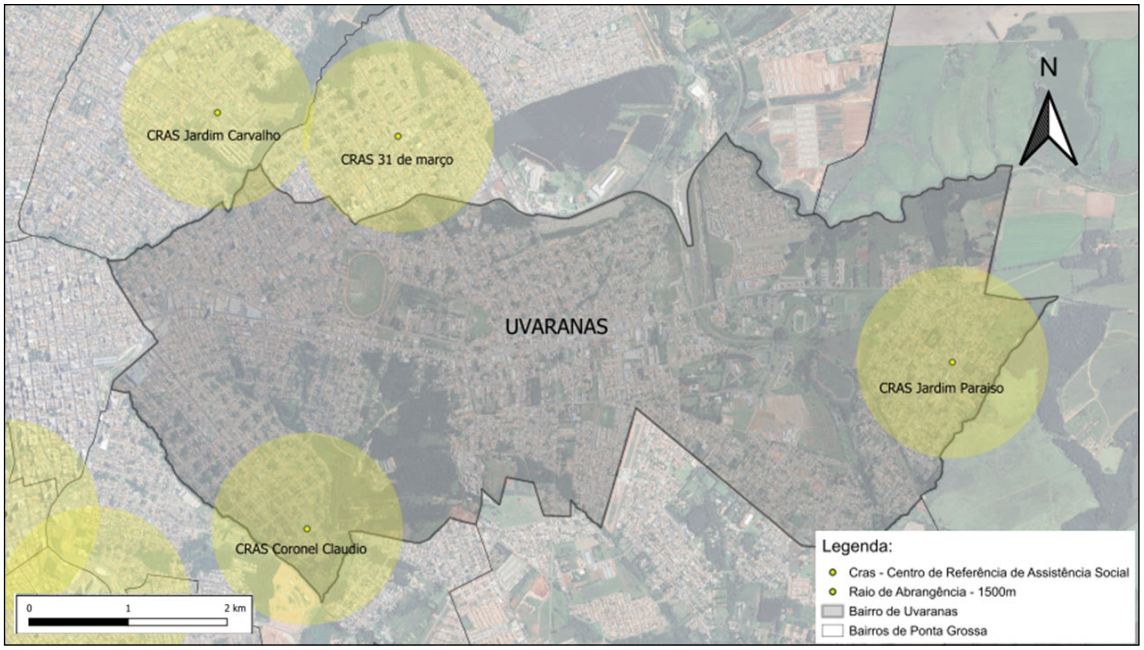
Além da visualização de imagens de satélite, ortofotos e acesso ao *shapefiles* existentes, foi utilizado o *software Quantum Gis* para a produção de *shapefiles* pelas autoras, com a modelagem dos equipamentos de interesse e de seus respectivos raios de

abrangência. Para determinar tais raios, foi utilizado o método de Pitts (2004), conforme mostrado na Tabela 1. Esse método é similar ao empregado pela empresa URBTEC, responsável pelo levantamento do Plano Diretor Municipal atualmente em vigência no Município. Contudo, a proposta de Pitts (2004) apresenta-se de forma mais completa e com maior clareza quanto às escolhas adotadas quando em comparação com o método empregado no Plano Diretor de Ponta Grossa. Tal discrepância já havia sido observada por Staron e Gadowski (2003), optando-se por essa mesma proposta tanto por aqueles autores quanto no trabalho aqui apresentado.

Resultados

Com base no levantamento documental e nos recursos de geoprocessamento utilizados, foi possível realizar uma análise da distribuição dos equipamentos urbanos do bairro de Uvaranas, aplicando a definição dos raios de abrangência de cada um deles conforme o método de Pitts (2004). A análise permite uma avaliação detalhada da acessibilidade e distribuição dos serviços públicos, comparando os raios de abrangência definidos por Pitts com aqueles utilizados no Plano Diretor Municipal. Isso nos ajuda a identificar possíveis discrepâncias e propor melhorias para o planejamento e desenvolvimento urbano do bairro.

Foram produzidas modelagens temáticas referentes a cada categoria de equipamento, como ilustrado na Figura 3, relativo aos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS). Nesse exemplo, são demonstrados os equipamentos de assistência social, apresentando raio de abrangência de 1500m. As unidades CRAS Jardim Paraíso e 31 de março abrangem o recorte de Uvaranas e atuam como a principal porta de entrada para os serviços de assistência social, oferecendo suporte a famílias e indivíduos em situação de vulnerabilidade decorrente da pobreza, falta de acesso a serviços públicos, e vínculos sociais fragilizados.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024), com dados da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa (2024) e de Pitts (2004).

Figura 3. Localização dos Equipamentos de Assistência Social.

Embora sejam estrategicamente posicionados em áreas de maior vulnerabilidade, como pode se analisar no mapa em que os principais CRAS se localizam na extremidade do bairro, algumas famílias ainda enfrentam dificuldades de acesso, seja pela distância ou pela falta de transporte. A Unidade Móvel de Assistência Social, que atua para mitigar esse problema, realizando a busca ativa de famílias em locais de difícil acesso, também enfrenta desafios logísticos e de alcance.

Nos mesmos moldes do apresentado acima, foram desenvolvidas modelagens que permitiram compreender a adequação da localização de equipamentos destinados ao atendimento dos diversos serviços oferecidos aos cidadãos, como das áreas de saúde, educação, lazer, cultura, transporte, saneamento básico, dentre outros.

Foi possível identificar, tomando-se por base especificamente o critério dos raios de abrangência (que é o único critério utilizado nos diagnósticos dos últimos Planos Diretores Pontagrossenses), se a localização dos equipamentos pode ser considerada adequada. Contudo, à parte dessa análise, foi também possível identificar limitações e ressalva quanto ao emprego exclusivo desse método para a gestão urbana dos equipamentos públicos e comunitários.

Assim, analisando os mapas de abrangência produzidos, foi possível elaborar conclusões acerca de cada um dos tipos de equipamento analisados. Um resumo da análise possível de realizar a partir desse método é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo dos Resultados Obtidos.

CATEGORIA DO EQUIPAMENTO	EQUIPAMENTOS	ATENDE AS AREAS DE ESTUDO?	PROPOSTA DE MELHORIA
EQUIPAMENTOS DE SAÚDE	Posto de saúde	Sim, Parcialmente	O Hospital Regional atende a área do bairro, porém é necessário aprimorar a implantação de postos de saúde em regiões que ainda não estão cobertas pelo raio de abrangência.
	Centro de Saúde		
	Hospital regional		
EQUIPAMENTOS DE EDUCAÇÃO	Centro de educação infantil	Sim, Parcialmente	O ensino superior, médio e fundamental atendem plenamente dentro de seus respectivos raios de abrangência. No entanto, os CMEIs não conseguem atender de forma tão eficaz, sendo necessária a criação de mais unidades para melhor cobertura.
	Centro de ensino Fundamental		
	Centro de ensino médio		
	Centro de Ensino Superior		
EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	Posto Policial	Sim, Parcialmente	Aumentar a frota de viaturas circulando pelo bairro. Expandir a rede de câmeras de segurança e promover programas que incentivem a vigilância comunitária, fortalecendo a colaboração entre a polícia e os moradores para manter a segurança local.
	Batalhão de Incêndio		
EQUIPAMENTOS DE LAZER	Praça de Vizinhança	Sim, Parcialmente	Investir em áreas verdes e criar parques lineares que promovam atividades esportivas, culturais e de lazer. é fundamental para melhorar a qualidade de vida da comunidade. Esses espaços, como o Lago de Olarias, proporciona uma diversidade de experiências e incentivam a interação social entre as pessoas, contribuindo para um ambiente mais saudável e agradável.
	Parque de Bairro		
	Centro de esportes		
	Equipamentos culturais		
EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	Ponto de Ônibus	Sim, Parcialmente	A ampliação dos pontos de ônibus facilitaria o deslocamento dos moradores, enquanto o aumento das linhas que atendem o interior do bairro melhoraria significativamente a conectividade, integrando melhor o bairro à cidade e proporcionando maior eficiência no transporte público.
	Transporte Coletivo		
PAVIMENTAÇÃO	Pavimentação	Sim, Parcialmente	Revitalizar o asfalto existente, pavimentar áreas ainda não atendidas e investir em soluções de pavimentos alternativos são medidas essenciais para melhorar a infraestrutura viária.
ASSISTÊNCIA SOCIAL	Assistência social	Sim, Parcialmente	Investimento na ampliação e melhoria da infraestrutura dos CRAS, a intensificação da articulação com outras políticas públicas e a rede socioassistencial, além do fortalecimento da Unidade Móvel de Assistência Social
SANEAMENTO BÁSICO (ÁGUA E ESGOTO)	Saneamento Básico (Rede de Água e Esgoto)	Sim, Completamente	Em caso de aumento populacional, é essencial avaliar se a infraestrutura de saneamento, incluindo as redes de água e esgoto, pode suportar essa expansão. Deve-se verificar a capacidade do abastecimento de água para atender à demanda crescente e analisar a rede de esgoto para evitar sobrecargas e contaminações.
COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Coleta de resíduos solidos	Sim, Parcialmente	Ampliar o cronograma de dias e horários da coleta domiciliar, além de incrementar a frota de caminhões responsáveis pela coleta. Também é importante aumentar o número de pontos de coleta seletiva em locais estratégicos do bairro, promovendo uma gestão de resíduos mais eficiente e incentivando a participação da comunidade na reciclagem.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Em síntese, o bairro de Uvaranas apresenta um potencial significativo para se tornar uma área urbana de referência na região de Ponta Grossa, bem atendido por diversos equipamentos urbanos, como centros de esporte e lazer, serviços de saneamento e instituições culturais. No entanto, o crescimento populacional acelerado demanda melhorias em várias áreas essenciais. Os novos empreendimentos de infraestrutura urbana e de saúde que estão sendo implementados representam um marco importante para o desenvolvimento da região, com impactos significativos na qualidade de vida da população.

Um dos principais projetos em andamento é a construção da nova Unidade de Pronto Atendimento (UPA) e a ampliação do Hospital Universitário da UEPG (HU-UEPG) também são iniciativas que atendem à crescente demanda por serviços de saúde na região. Também é

a duplicação da Rua Valério Ronchi, uma via crucial que liga Uvaranas e Neves. Essa obra, parte do Programa Asfalto Novo, visa ampliar a capacidade de tráfego e melhorar o fluxo viário, facilitando o deslocamento de moradores e veículos entre áreas importantes da cidade.

Esses investimentos em mobilidade e saúde pública são fundamentais para promover um desenvolvimento urbano sustentável. Para garantir uma melhoria contínua na qualidade de vida dos moradores, é crucial também investir em segurança pública, educação infantil, pavimentação e infraestrutura de coleta de resíduos. A ampliação e manutenção dos espaços de lazer e a otimização da distribuição de equipamentos culturais são igualmente necessárias para atender as necessidades da comunidade, garantindo um ambiente mais inclusivo e acessível para todos. Com esses avanços, Uvaranas se posiciona como um importante polo de crescimento em Ponta Grossa, beneficiando diretamente seus moradores e impulsionando o desenvolvimento socioeconômico da região.

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar a adequação da distribuição geográfica dos equipamentos públicos no bairro de Uvaranas para pleno atendimento da população através da análise dos raios de abrangência empregados largamente nas ações de planejamento urbano local. A aplicação do método de Pitts (2004) nos mapas modelados a partir dos dados oficiais, ortofotos e *shapefiles* existentes permitiu a compreensão da distribuição espacial dos equipamentos e da cobertura dos mesmos para o território do bairro de Uvaranas.

Contudo, fica evidente que a metodologia de raio de abrangência não é adequada como única fonte de análise para que se possa estabelecer a garantia do acesso às redes e serviços disponibilizados. Embora a técnica seja útil como primeira aproximação com a realidade das demandas locais, ela não considera fatores técnicos essenciais, como topografia, barreiras físicas, densidade urbana e a qualidade da infraestrutura ofertada. A cobertura real desses serviços depende de variáveis que vão além da simples delimitação espacial.

A simples existência de equipamentos urbanos, como centros de saúde, escolas, áreas de lazer e assistência social, não garante, por si só, a acessibilidade da população a esses serviços. Coloca-se como principal ponto de atenção o fato de que muito do planejamento e da gestão urbana desses equipamentos tem sido feita tomando-se por base exclusivamente a leitura de raios de abrangência.

No contexto de mudanças climáticas, a maior suscetibilidade a problemas urbanos em Ponta Grossa é relativo à possibilidade de deslizamentos, enchentes e outras consequências decorrentes da presença dos muitos corpos d'água entremeados na malha urbana. A população mais vulnerável está mais suscetível a esse tipo de risco. A correta compreensão da adequação e eficiência dos equipamentos e da infraestrutura urbana existentes é ponto crucial para que se possa efetivar as ações de gestão e planejamento urbano de maneira mais adequada, com um olhar para a tendência de intensificação de fenômenos climáticos extremos.

Nota

4 Na ocasião da realização deste estudo, o Censo 2010 é a fonte mais atual de dados censitários, estando a atualização referente ao Censo 2020 prevista para o mês de novembro de 2024.

Referências

A REDE. **AMTT cria 'rota universitária' e liga terminais de ônibus.** Disponível em: <https://arede.info/ponta-grossa/39975/amtt-cria-rota-universitaria-e-liga-terminais-de-onibus?d=1>. Acesso em: 5 jun. 2024.

A REDE. **Prefeitura inicia obras de duplicação da Rua Valério Ronchi**. Disponível em: <https://arede.info/ponta-grossa/523787/prefeitura-inicia-obras-de-duplicacao-da-rua-valerio-ronchi?d=1>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 05 jun. 2024

GEOWEB PONTA GROSSA. **Sistema de Gestão Territorial - WGeo**. Disponível em: <https://geo.pontagrossa.pr.gov.br/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

GOTTDIENER, M. A Marx for our time: Henri Lefebvre and the production of space. **Sociological Theory**, v. 11, n. 1, p. 129-134, 1993.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE PONTA GROSSA. **Plano Diretor 2022**. Disponível em: <https://iplan.pontagrossa.pr.gov.br/plano-diretor-participativo-2018/>. Acesso em: 20 set. 2024.

IPLAN. **Caderno Síntese:** revisão do Plano Diretor de Ponta Grossa, 2019. 178 p. Disponível em: <https://iplan.pontagrossa.pr.gov.br/plano-diretor-participativo-2018/>. Acesso em: 02 out. 2024.

LEFEBVRE, H. Prefácio: A produção do Espaço. **O espaço na Vida Social.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/nvGYw5bknwgkcZ6QTrjjyWv/?lang=pt> . Acesso em: 05 jun. 2024.

LEIS MUNICIPAIS. **Dispõe sobre a Revisão do Plano Diretor do Município de Ponta Grossa.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-ponta-grossa-pr>. Acesso em: 3 jun. 2024.

MADALOZZO, N.; DE SOUZA, E. B. C. Hidrografia urbana: desigualdade socioespacial em áreas irregulares em Ponta Grossa, Paraná/Brasil. **Revista NUPEM**, v. 10, n. 21, p. 34-51, 2018.

MADALOZZO, N. **Rio e Ferrovia**: A Produção Social do Espaço Urbano em Ponta Grossa - PR. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2022. 356 p.

NASCIMENTO, Ederson; MATIAS, Lindon Fonseca. EXPANSÃO URBANA E

DESIGUALDADE SOCIOESPACIAL: UMA ANÁLISE DA CIDADE DE PONTA GROSSA (PR). **RAEGA** - O Espaço Geográfico em Análise, [S. l.], v. 23, 2011. DOI: 10.5380/raega.v23i0.24833. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24833>. Acesso em: 2 dez. 2024.

PITTS, A. **Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit:** Pragmatic sustainable design on building and urban scales. Oxford, Oxfordshire. v. 1. Architectural Press, 2004.

PONTA GROSSA. **Arquivos em formato SHP**. Ponta Grossa: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa, 2024. Disponível em: <https://iplan.pontagrossa.pr.gov.br/arquivos-shp/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PONTA GROSSA. **Plano Diretor Municipal.** Ponta Grossa, PR: Assembleia Legislativa Municipal, 2006. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-ponta-grossa-pr>. Acesso em: 05 jun. 2024.

PONTA GROSSA. **Plano Local de Habitação de Interesse Social**. Ponta Grossa, PR: Instituto de Planejamento (IPLAN). 2011.

PONTA GROSSA. **Plano Municipal de Mobilidade de Ponta Grossa.** Ponta Grossa, PR: Instituto de Planejamento (IPLAN). 2019.

PONTA GROSSA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Ponta Grossa, PR: Assembleia Legislativa Municipal, 2019.

SAHR, Cicilian Luiza Löwen. Dimensões de análise da verticalização: exemplos da cidade média de Ponta Grossa/PR. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/pg000056.pdf>. **Revista de história regional**, v. 5, 1, 2000.

STARON, G. GADOWSKI, M. A. **Equipamentos Urbanos em Ponta Grossa - PR:** Análise da distribuição na região da Chapada. 2023. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023



Rio Canumã/Terra indígena Kwatá-Laranjal/RO
Autora: Taíze Ribeiro Munduruku

ESCASSEZ HÍDRICA E ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS POR MEIO DA ABORDAGEM NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTOS-CLIMA

WATER SCARCITY AND DISASTER RISK REDUCTION STRATEGIES IN RIVER BASINS THROUGH THE WATER-ENERGY-FOOD-CLIMATE NEXUS APPROACH

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ESCASEZ DE AGUA Y DEL RIESGO DE DESASTRES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE EL ENFOQUE DEL NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTOS-CLIMA

PÉNURIE D'EAU ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHES DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES À TRAVERS L'APPROCHE NEXO EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION-CLIMAT

Virginia Grace Barros[1]
Icaro Yuri Pereira Dias[2]
Felipe Eugenio Kich Gontijo[3]

1 Professora, Grupo Coordenado de Ações em Riscos e Desastres, CCT - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5009-3047. E-mail: virginia.barros@udesc.br.
2 Doutorando em Recursos Hídricos, PPGECAM - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2147-6505. E-mail: icaroyuridias@gmail.com.
3 Professor, Grupo Coordenado de Ações em Riscos e Desastres, ESAG Escola Superior de Administração e Gerenciamento, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0324-680X. E-mail: felipe.gontijo@udesc.br.

Introdução

A intensificação das mudanças climáticas tem influenciado significativamente a disponibilidade de água, a ocorrência de incêndios ou inundações, a demanda por energia e a produtividade agrícola, particularmente na escala de bacia hidrográfica. Recentemente, eventos de seca e escassez hídrica levaram a emergências como incêndios florestais, perda de produção, ondas de calor, mortes e doenças em idosos (He *et al.,* 2024; Sözener *et al.,* 2023; Weilnhammer *et al.*, 2021; Conti *et al.*, 2007). Entre 2010 e 2020, os danos econômicos relacionados aos eventos extremos associados às dinâmicas hidrológicas, considerando secas, inundações e tempestades, representaram 0,21% do produto interno bruto (PIB) mundial (Ritchie *et al.*, 2021). Juntos, esses eventos representam praticamente a totalidade de danos econômicos associados aos desastres ocorridos no mundo no mesmo período. Uma crise hídrica traz outros desastres que são considerados desastres em cascata, podendo levar à escalada e a crises secundárias (Pescaroli *et al.*, 2024). Consequências de crises diretas e indiretas podem ser vivenciadas em locais distantes e em diferentes momentos, devido à interdependência real dos sistemas. Como consequência da interconexão que vivenciamos, os impactos dos desastres também podem afetar a infraestrutura essencial, como redes de abastecimento público, por exemplo. Assim, melhorar a resiliência atuando na redução de riscos de desastres e integrando conceitos como resiliência, segurança e sustentabilidade, entre outros (Barros *et al.*, 2021), é uma ferramenta necessária e poderosa.

O conceito de redução de riscos de desastres (RRD), de acordo com a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR), está ligado à compreensão do risco de desastre em todas as suas dimensões: vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características do perigo e o ambiente (UNDRR, 2015). Assim, no que diz respeito à RRD, considerando os recursos hídricos, estratégias eficazes exigem uma abordagem de planejamento em múltiplas escalas que integre dinâmicas hidrológicas, ambientais e socioeconômicas. Considerando a realidade brasileira e, neste contexto, a Lei Federal 9.433/1997 (Brasil, 1997) - Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), as bacias hidrográficas são os territórios ideais para tal análise, pois encapsulam processos hidrológicos naturais e atividades humanas, oferecendo uma estrutura abrangente tanto para a gestão de recursos, como para a gestão de riscos de desastres. Outro ponto importante, é que os comitês de gerenciamento de bacias hidrográficas, parte integrante do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, possuem representantes locais dos setores que compõem a sociedade e que decidem, de forma participativa, como seus territórios deveriam ser geridos tendo como base os planos de gerenciamento de bacia hidrográfica (plano de bacia).

Um quadro sistemático de identificação, avaliação e RRD visa reduzir os danos causados por desastres naturais e humanos por meio de práticas preventivas, mitigação de riscos e melhoria da capacidade de resposta à falta de recursos hídricos para atender

à demanda de água e é uma preocupação crescente globalmente. À medida que a água sustenta e estabiliza ecossistemas e setores socioeconômicos, como produção de alimentos e energia, sua disponibilidade é afetada pelas mudanças climáticas. A gestão hídrica tradicional considera o recurso separadamente ao lidar com diferentes usuários de água (indústrias, agricultura, abastecimento público de água, etc.), balanços hídricos e políticas. Essa abordagem não é mais admissível devido aos atuais desafios relacionados à água (Tzanakakis; Paranychianakis, 2020; McLennan, 2021; Kummu *et al.,* 2016; Gosling; Arnell, 2016). Enquanto as demandas globais por água, energia e alimentos aumentam dia a dia, observam-se impactos relevantes nos recursos naturais, cobertura vegetal, qualidade do ambiente, biodiversidade, bem como desequilíbrios hídricos, colocando os ecossistemas existentes sob crescente pressão hídrica (Giatti *et al.,* 2016; Amaral, 2016; Foglia *et al.,* 2023). Os conflitos causados pela falta de água, energia, alimentos e mudanças climáticas desencadeiam crises ambientais, econômicas, sociais, políticas e aumentam os riscos de desastres. Por exemplo, em 2014, o Estado de São Paulo, Brasil, enfrentou uma seca que afetou os reservatórios do Sistema Cantareira,que abastece 8,8 milhões de habitantes (Figura 1), mostrando como a oferta insuficiente de um dos recursos afeta diversos usuários (população, indústria e agricultura), a produção de energia e a manutenção de ecossistemas. A escassez de água e as crises alimentares podem ameaçar os sistemas políticos dentro dos países e além das fronteiras nacionais. A partir do exposto, é possível observar que a economia global depende de vários setores que estão interconectados de cinco maneiras principais, de acordo com Barros *et al.* (2024): a) água, energia e alimentos estão interconectados em seu núcleo; b) Os setores econômicos estão ligados a pelo menos um destes três elementos; c) mudanças em qualquer um desses elementos desencadeiam reações em cadeia em segmentos relacionados; d) A sociedade suporta as consequências negativas do consumo destes elementos; e e) as interdependências entre esses elementos estão se tornando mais evidentes no atual cenário de crise e escassez de recursos. O impacto da economia global nos ecossistemas também é preocupante porque resulta na perda anual de recursos naturais vitais. Além disso, a variabilidade climática afeta ecossistemas inteiros e, consequentemente, a disponibilidade de recursos naturais (Koncagül *et al.*, 2020).



Fonte: EBC (2014).

Figura 1. Reportagem em 19/12/2014 acerca da crise de escassez hídrica no Reservatório do Sistema Cantareira (SP).

De forma a afrontar uma questão tão desafiadora, a abordagem NEXO pode ser utilizada para identificar *trade-offs* e sinergias entre sistemas de água, energia e alimentos (que são afetados pelo clima), internalizar impactos sociais e ambientais e orientar o desenvolvimento de políticas intersetoriais. Considerando sistemas complexos, a abordagem Nexo pode ser valiosa para enquadrar a redução de risco de desastres de forma mais integrada. A ideia é evidenciar as interações complexas entre questões hídricas, climáticas, políticas, econômicas e sociais, especialmente devido à governança compartilhada entre municípios, estados e países (que compartilham o mesmo recurso hídrico) com interesses divergentes nas bacias hidrográficas.

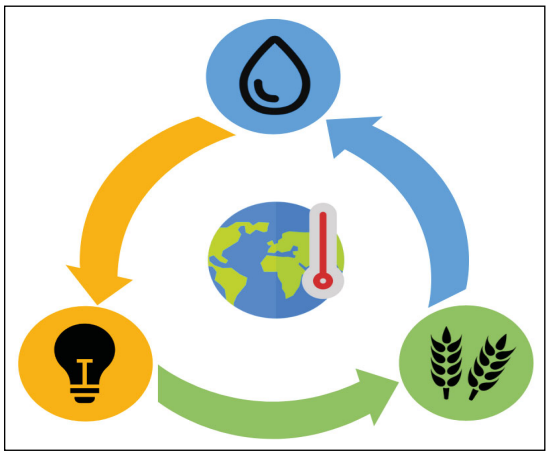
Nexo: um conceito em evolução

Os primeiros conceitos ligados ao Nexo ganharam destaque no Fórum Econômico Mundial de 2008, mas foi na Conferência de Bonn, realizada em 2011 na Alemanha, que foram discutidos temas relacionados à segurança hídrica, energética e alimentar, criando os primeiros conceitos para uma abordagem integrada desses elementos, ou seja, o Nexo WEF. Hoff (2011) apresentou suas impressões sobre a abordagem Nexo como uma perspectiva para o desenvolvimento de uma gestão integrada baseada na sinergia e interdependência entre os setores. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), juntamente com o Ministério Federal Alemão para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BMZ), contribuíram para a propagação da perspectiva. Em 2012, o Fórum Econômico Mundial publicou Segurança hídrica: o Nexo água-alimentos-

energia-clima (WEFC), ampliando as dimensões do conceito e a complexidade do Nexo com a inclusão das questões climáticas. À medida que o conceito Nexo evoluiu, outros elementos importantes foram considerados ao longo dos anos. De acordo com Rezaei e Celico (2023), a criação do WEF Nexo para o ecossistema do Himalaia em 2012 evidenciou a importância dos ecossistemas como um fator chave nesse quadro, implementando assim o WEFE Nexo. Em 2012, outros recursos naturais foram integrados à abordagem Nexo, como água, energia, alimentos, minerais e terra (Andrews-Speed *et al.*, 2012). Além disso, ambiente físico, econômico, político, ambiental e equidade também foram considerados acréscimos à estrutura. Em 2014, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação publicou uma nota conceitual enquadrando o Nexo Água-Energia-Alimentos dentro do debate mais amplo sobre sustentabilidade (FAO, 2014). Outras questões, como a consideração da complexidade das bacias hidrográficas transfronteiriças, foram observadas pela UNECE (2015). Melo *et al.* (2020) também adicionaram florestas ao Nexo. Assim, o conceito é consideravelmente novo e em contínua evolução, ampliando suas dimensões e setores para aplicação, permanecendo principalmente a água como ponto central.

Interconexões do Nexo

Além da produção de energia, a água é um recurso vital em diferentes atividades naturais e humanas e conecta aspectos naturais e socioeconômicos. Evidenciar as conexões entre os elementos do Nexo e como eles mudam em diversos contextos é um desafio. A relação entre seus elementos caracteriza o Nexo WEFC, bem como os *trade-offs*, ou compensações. O Nexo *thinking* lida com todo o ciclo de vida da água, além dos recursos contidos nela e outros processos relacionados (Nika *et al.,* 2020). Portanto, para desenvolver medidas voltadas à segurança e disponibilidade desses recursos (Markantonis *et al.,* 2019), é necessário entender as inter-relações/interconexões (Figura 2 e Quadro 1) presentes entre os pilares do Nexo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 2. Interconexões no Nexo WEFC.

Quadro 1. Interconexões e funções/usos relacionados ao Nexo.

Interconexão	Function/Use
Água-Energia	Geração; Adução; Distribuição; Tratamento; Refrigeração; etc.
Água-Alimento	Irrigação; Dessedentação de animais; Pesca; Cobertura de solo; Assoreamento; Poluição; etc.
Alimento-Energia	Biorrefinaria; Colheita; Transporte; Processamento; etc.
Clima: A variabilidade climática pode alterar todas as interações, por excesso ou redução de chuvas, temperatura, ventos e umidade.	

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Usando projeções para as dinâmicas do Nexo água-energia-alimentos-clima (WEFC), este trabalho visa apresentar uma linha mestra para desenvolvimento de planos adaptativos para a redução de riscos de desastres sob condições de incerteza e variabilidade. Além disso, enfatiza a integração de abordagens de governança em escala de bacia hidrográfica e multissetorial para aumentar a robustez dessas estratégias.

Proposta metodológica

Com a finalidade de viabilizar planos RRD utilizando a abordagem Nexo propõe-se a metodologia a seguir, levando em consideração o território brasileiro. Observa-se que é uma abordagem geral e que pode ser aplicada em qualquer território, desde que as informações necessárias possam ser coletadas. Nela o proponente, gestor, tomador de decisão ou ente envolvido deverá considerar uma perspectiva ambiental integrada. Percebe-se que soluções fundamentadas na racionalidade do Nexo (*Nexo thinking*) requerem a compreensão das complexas interconexões existentes entre os pilares usuários de água, energia e alimentos, e de que forma a mudança climática e as alterações socioeconômicas poderão impactar estas interconexões. Assim, serão destacadas medidas para o desenvolvimento de um método baseado nesta abordagem.

As etapas aqui apresentadas não objetivam limitar o desenvolvimento de outros percursos, inserção de novos itens, ou atualizações e melhoramentos por meio de inserção de outros pilares do Nexo. Pelo contrário, elas servem como um roteiro a fim de direcionar o planejador na elaboração de uma metodologia clara e que contemple todo o contexto referente à área a ser estudada. A princípio, a metodologia de pesquisa pode ser subdividida em três fases interconectadas:

i. A caracterização da área de estudo e a coleta dos dados;

ii. O desenvolvimento de cenários (atual e futuros);

iii. A avaliação da sustentabilidade, riscos e estrutura RRD dos cenários.

A primeira etapa consiste na caracterização da área a ser estudada. Nesta fase, devem ser levantados e coletados o máximo de informações acerca dos atributos hidrológicos, ambientais e socioeconômicos da área a ser estudada. Para estudos de promoção da redução de riscos e desastres, em relação às características hidrológicas, é imprescindível a coleta de dados climáticos, com destaque para os dados pluviométricos, fluviométricos e de temperatura, que traduzem o regime local de chuvas e vazões a partir de dados históricos. Geralmente, estes dados estão disponíveis em inventários e plataformas digitais em escalas local, estadual ou nacional. Nesse viés, destacam-se os dados fornecidos pelas iniciativas governamentais da Agência Nacional de Águas – ANA como as plataformas Hidroweb e Monitor das Secas (ANA, 2024a; ANA, 2024b), o mapa das estações do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 2024) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2024).

Dados relativos à demanda hídrica de uma área de estudo geralmente podem ser encontrados nas Portarias de Autorização das Secretarias de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, bem como nos inventários digitais disponíveis em meios eletrônicos. São disponibilizadas informações sobre as outorgas de direito e uso dos recursos hídricos locais, podendo conter dados relativos à fonte de captação (superficial ou subterrânea), o tipo de intervenção (bombeamento, barragem, retificação do curso d'água, dentre outros), a vazão de captação, finalidade do uso do recurso, além da localização através das coordenadas. No Estado de Santa Catarina, o Sistema de Outorga de Água – SIOUT (SIOUT SC, 2025) destaca-se como uma ferramenta eficaz na obtenção de informações sobre as autorizações para o uso dos recursos hídricos a nível Estadual. Há também outros sistemas, como o do Estado de São Paulo, o SP Águas (Estado de São Paulo, 2025), do Rio Grande do Sul (SIOUT RS, 2025) e do Estado de Minas Gerais (SEMAD MG, 2025).

Na ausência de informações para a área de estudo, também é possível a utilização de dados gerados a partir de modelos climáticos, ou de reanálise meteorológica. Tratam-se de conjuntos de dados que, aliados a observações pretéritas, geram séries consistentes de diversas variáveis climáticas. Nesse sentido, destacam-se os projetos realizados pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas em Médio Prazo – ECMWF, o ERA5 (C3S, 2023), pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço – NASA, o MERRA-2 (GMAO, 2015), pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica – NOAA, o CFSv2 (NOAA, 2010) e o da Agência Meteorológica do Japão – JMA, o JRA-55 (JRA, 2013). Além desses, também existem outras iniciativas que trabalham com a geração de modelos de reanálise meteorológica, disponibilizando dados como temperatura, precipitação, umidade, radiação solar, entre outras variáveis. Esses dados são essenciais para o cálculo dos balanços hídricos do local de estudo.

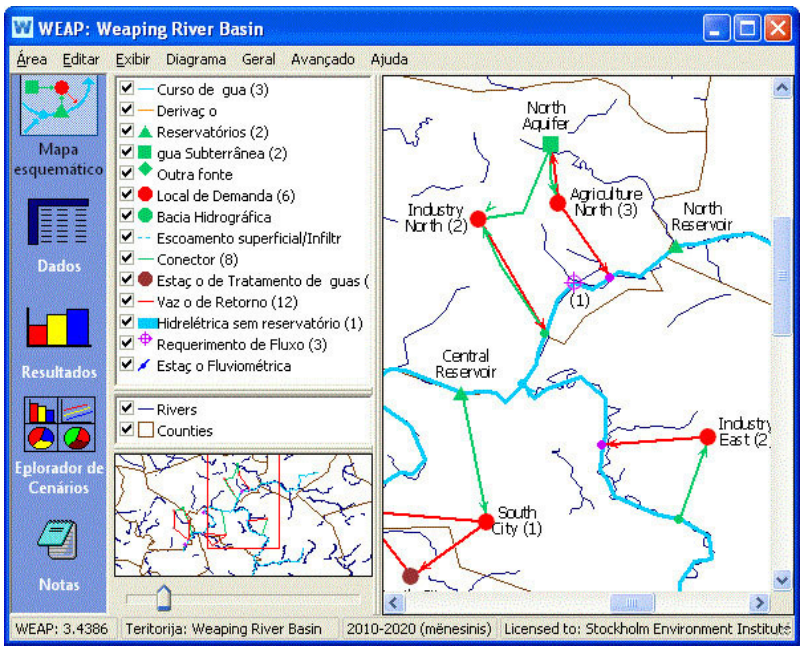
Em relação aos dados de uso e ocupação do solo, estes podem ser encontrados, a princípio, nas Secretarias de Planejamento e Meio Ambiente de Estados e Municípios, através dos geoportais disponibilizados virtualmente. Além do mais, também é possível a coleta desses por meio de dados secundários disponíveis na literatura a partir das caracterizações locais e específicas de cada área de estudo disponibilizada em estudos

ambientais diversos. Nacionalmente, destaca-se o Projeto Mapbiomas (Mapbiomas, 2025), no qual são monitorados, anualmente, as mudanças no uso e cobertura do solo brasileiros. Os produtos são dados por arquivos do tipo *raster* (formato digital com informações distribuídas em uma grade de pixels), tendo como resultados disponíveis, além dos mapas de uso e cobertura do solo, mapas de superfície hídrica, irrigação, mineração, pastagem, desmatamento, dentre outros (Mapbiomas, 2025).

Em sequência, quanto aos dados relativos aos indicadores socioeconômicos, estes podem ser encontrados, assim como os dados de uso e ocupação do solo, através Secretarias de Planejamento e Meio Ambiente de Estados e Municípios, mas principalmente por meio de instituições empenhadas com a geração desse tipo de informação. Nesse viés, destacam-se, principalmente, os dados produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, por meio do SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA, 2025), que permite o acesso ao banco de tabelas estatísticas com dados das pesquisas realizadas pela instituição. Contudo, outras fontes também estão disponíveis com dados diversos, como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (IPEA, 2025), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MIDR, 2025), o DATASUS (Brasil, 2025a) e até o Portal Nacional de Dados Abertos do Governo Federal (Brasil, 2025b).

Dados energéticos compreendem aqueles relativos à produção e consumo do respectivo recurso. Anualmente, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE divulga o Balanço Energético Nacional – BEN, relatório consolidado que contempla informações relativas à oferta e consumo de energia do país, extração de recursos energéticos primários e conversão em secundários, além da importação e exportação, distribuição e usos finais (EPE, 2025). Além disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANNEL também divulga e atualiza mensalmente a sua série de dados relativos aos empreendimentos elétricos em estudo e operação em todo o país através de seu Portal de Dados Abertos (ANEEL, 2025). Por fim, é possível também obter dados de consumo energético através das concessionárias de energia elétrica, como é o caso das Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (CELESC, 2025).

Após a etapa de levantamento dos dados necessários à caracterização da área de estudo, a próxima etapa consiste na simulação hidrológica e de cenários da respectiva área. O *Water Evaluation and Planning System* ou WEAP (Yates *et al.*, 2005a; Yates *et al.*, 2005b) trata-se de uma ferramenta computacional de gestão de recursos hídricos, capaz de simular processos físicos hidrológicos, além de desenvolver cenários múltiplos a partir de modificações quanto às mudanças climáticas, infraestrutura e ações antrópicas disponíveis ao longo do tempo, de maneira integrada (Figura 3). Desenvolvido em 1988 pelo *Stockholm Environment Institute* (SEI), apresenta-se como uma ferramenta flexível, transparente e integrada na gestão de recursos hídricos e sustentabilidade (Sieber; Purkey, 2015).



Fonte: SEI (2025).

Figura 3. Ambiente de Simulação WEAP.

Na gestão de riscos e desastres, o WEAP pode auxiliar o administrador, na condição de tomador de decisão, a criar cenários múltiplos de gestão do recurso hídrico a fim de analisar as melhores alternativas a serem consideradas para a promoção da redução de riscos e desastres. Dias *et al.* (2024), ao simular cenários futuros de demanda hídrica com o WEAP para duas bacias hidrográficas no Estado de Santa Catarina, utilizaram a gestão de cenários e concluíram que, para um cenário de mudanças climáticas, haverá a redução da disponibilidade hídrica até 2050 nas respectivas áreas de estudo. Zhang *et al.* (2023), em seu estudo realizado na Grande Baía Guangdong-Hong Kong-Macau (GBA), utilizaram o WEAP para análise da alocação hídrica na região, dado o elevado crescimento na demanda da região devido ao seu desenvolvimento econômico e social, além do aumento nos eventos de seca mais severos e frequentes nos últimos anos.

Ainda sobre as aplicações do WEAP, Zhang *et al.* (2017) analisaram a vulnerabilidade da geração de energia hidrelétrica na China a partir das vias de concentração representativas (RCPs) 4.5 e 8.5 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Os autores concluíram que, em cenários futuros, os efeitos das mudanças climáticas acarretarão a flutuação da disponibilidade hídrica, indicando incertezas no suprimento local, bem como na geração energética, objeto do respectivo estudo. Já o estudo de Shams e Juani (2015) utilizou o WEAP para analisar, nos próximos 20 anos, o fluxo do Rio Brunei dado o aumento das inundações e deslizamentos na região, que registraram 115 e 105 casos, respectivamente. Semelhantemente, Cohen (2023) realizou um estudo para o município de Califórnia, El Salvador, localizado na região do Corredor Seco da América Central, caracterizada pelo enfrentamento de eventos extremos de inundações repentinas. Nesse

caso, o WEAP foi utilizado para a modelagem desses eventos de inundações, a fim de subsidiar a compreensão da hidrologia local e promoção do monitoramento e mapeamento de regiões como essa, caracterizadas pela escassez de dados.

Diante disso, percebe-se a vasta utilização do WEAP na modelagem de sistemas hídricos diversos, bem como a gestão de eventos extremos através da análise de cenários futuros. A licença para a utilização do software pode ser adquirida de forma gratuita para fins educacionais e científicos (estudantes e pesquisadores matriculados em universidades ou instituições educacionais credenciadas), o que facilita o seu uso (SEI, 2025). Em relação aos cenários, estes podem incluir:

• **Cenários de Referência:** Nesse cenário, leva-se em consideração as tendências atuais de crescimento. Informações como as taxas atuais de crescimento populacional, do Produto Interno Bruto (PIB) local, bem como do setor econômico (indústria, comércio, serviços) devem ser considerados a fim de obter informações quanto à dinâmica atual de crescimento da região de estudo. Nas pesquisas, são conhecimentos com cenários do tipo *Business as Usual*;

• **Cenários de Mudanças Climáticas:** Baseados nos Percursos Socioeconômicos Compartilhados (*Shared Socioeconomic Pathways* – SSP), anteriormente chamados de RCPs, cenários deste tipo devem avaliar os riscos de desastres a partir dos SSP, verificando se a região de estudo enfrentará ou não períodos de seca e/ou inundação, bem como a disponibilidade hídrica em seus canais. Os dados relativos às projeções dos SSPs podem ser obtidos através dos modelos ou plataformas específicas, como: Portal Projeções Climáticas no Brasil (http://pclima.inpe.br/), International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb e https://iiasa.ac.at/models-tools-data/ar6-scenario-explorer-and-database), Climate Change Knowledge Portal (https://climateknowledgeportal.worldbank.org/), entre outros;

• **Cenários de Gestão, Governança e Diplomacia:** Cenários como esse podem utilizar informações presentes nos documentos relativos à gestão de recursos hídricos disponíveis em suas diversas escalas (Bacia Hidrográfica, Municipal, Estadual e Nacional). Aqui destacam-se os planos de bacia, de saneamento básico, planos Estaduais de Recursos Hídricos, bem como a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, a Lei 9.433/1997 (Brasil, 1997). Grande parte dos planos de bacia destaca ações para a maximização da disponibilidade hídrica, além da redução de riscos de desastres.

• **Cenários de Energias Alternativas:** Grande parte da energia elétrica produzida no Brasil é de origem hidrelétrica. Sendo assim, o aproveitamento de quedas d'água para a construção dessas usinas pode causar conflito de interesses quanto ao uso do recurso hídrico pelos demais setores usuários. A criação de cenários de substituição da utilização da energia hidrelétrica por outras fontes renováveis pode contribuir para a minimização das perdas por evaporação líquida nos reservatórios e proporcionar a maximização da sua disponibilidade para os demais usos, reduzindo assim a pressão sobre os recursos hídricos;

• **Cenários Integrados:** São responsáveis pela união entre as configurações dos cenários já criados, combinando estratégias de gestão e adaptação climática. Os cenários integrados

proporcionam uma visão panorâmica das ações propostas para a melhoria na utilização dos recursos hídricos, tendo como consequência a máxima disponibilidade do recurso a partir das estratégias tomadas. Junto às informações acerca das mudanças climáticas, também será possível a análise das situações extremas em relação tanto à escassez, bem como aos eventos de cheias e inundações.

Posteriormente, após a etapa de criação, simulação e análise dos cenários de referência alternativos, pesquisadores e tomadores de decisão necessitam de abordagens métricas, tais como a aplicação de índices de eficiência para a avaliação do desempenho e sustentabilidade de sistemas de recursos hídricos (Goharian *et al.*, 2016; Ashofteh *et al.*, 2017). Com a finalidade de propor medidas com enfoque na minimização da insegurança de recursos naturais, o uso de metodologias baseadas em cenários proporciona uma melhor adaptação e melhoria quanto à gestão destes, e a criação de índices de sustentabilidade, a fim de mensurar o quão sustentável é determinada medida pode auxiliar a tomada de decisão no desenvolvimento de um projeto, ou ainda, a que riscos os mesmos podem se relacionar (Vieira; Sandoval-Solis, 2018; Daher; Mohtar, 2015).

Observa-se que a metodologia proposta integra as prioridades de ação do Marco de Sendai para Redução de Risco de Desastres (UNDRR, 2015) no processo de planejamento, pois os passos permitem:

i. Entender o risco: Projeções climáticas de alta resolução e modelagem hidrológica identificam vulnerabilidades e perigos em cada bacia hidrográfica;

ii. Fortalecer a governança de riscos: Mecanismos de governança multiescala são incorporados no desenvolvimento de cenários, garantindo a coordenação entre as partes interessadas e instituições;

iii. Investir em resiliência: Cenários de gestão incluem medidas estruturais (por exemplo, atualizações de infraestrutura) e medidas não estruturais (por exemplo, reuso de água, redução de demanda) alinhadas às metas de RRD. Em geral, estas medidas já se encontram nos planos de bacia, porém, em alguns casos, os planos carecem de recursos para execução, prestígio político, ou ambos. Abordar os planos de bacia pelo viés da RRD pode ser uma estratégia importante para valorizar os sistemas de gestão de recursos hídricos;

iv. Preparação e resposta: Planejamento adaptativo e sistemas de alerta precoce podem ser priorizados para responder efetivamente a eventos extremos e reduzir perdas.

A partir de uma abordagem Nexo, trabalhos realizados por Guan *et al.* (2020), Momblanch *et al.* (2018), Vieira e Sandoval-Solis (2018) e Liu *et al.* (2021) em regiões diversas destacam-se pela utilização da abordagem proposta por Daher e Mohtar (2015) e Daher *et al.* (2019) na elaboração de índices de sustentabilidade (IS) para análise da eficiência de cenários que podem abordar as prioridades de ação do Marco de Sendai (Zhong *et al.,* 2024). Partindo das características intrínsecas de cada local, os índices são calculados a partir de médias ponderadas segundo a importância de dado recurso para a região de estudo. Ao final, comparando todos os cenários propostos, aquele que apresenta o maior valor de IS em relação

ao cenário de referência resulta em uma maior eficiência e, portanto, seria o cenário mais sustentável, e de menor risco, tendo em vista a implementação das ações propostas no cenário. Estes índices quantificam compensações e sinergias entre setores, permitindo uma avaliação sistêmica de estratégias de gestão de recursos alinhadas com os princípios de RRD. Por fim, a utilização de índices na avaliação da sustentabilidade de cenários torna-se cada vez mais útil pois, além de avaliar os efeitos das medidas estabelecidas, também é possível a avaliação dessas medidas com o objetivo de alcançar situações mais sustentáveis (Vito *et al.*, 2017). Além do mais, possibilita a comparação entre as políticas e alternativas sugeridas, avaliando de forma quantitativa as dinâmicas envolvidas, contribuindo para análise sobre os efeitos negativos e como esses podem ser mitigados a fim de proporcionar a RRD, o suprimento dos recursos do Nexo, bem como a manutenção do meio ambiente (Sandoval-Solis *et al.*, 2011). O resumo para a metodologia aqui proposta pode ser observado na Figura 4.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 4. Metodologia proposta para o desenvolvimento de um estudo de RRD baseado em uma abordagem Nexo WEFC.

Conclusão

A abordagem Nexo é uma ferramenta poderosa a ser aplicada em planos de RRD. Infelizmente, o uso do Nexo WEFC tem sido restrito a identificar e avaliar as interligações dos pilares do Nexo e pouco tem sido feito para apoiar o desenvolvimento de políticas sociais e relevantes para alcançar o desenvolvimento sustentável e a RRD. Além disso, os diferentes setores governamentais continuam a formular políticas e projetos fragmentados. A definição de planos, programas e ações em RRD seguiu essa concepção fragmentada, negligenciando a necessária integração entre o governo, o ambiente, a sociedade e as políticas públicas. No entanto, os cenários climáticos futuros impactam significativamente a gestão do território

ressaltando a necessidade de abordagens integradas e multiescala para a redução do risco de desastres. As diferentes escalas territoriais (municípios, estados e transfronteiriça) podem ser conectadas pelo mesmo recurso hídrico. Desta forma, a bacia hidrográfica permanece como uma unidade fundamental de planejamento territorial. O alinhamento dos princípios do Nexo WEFC com o Marco de Sendai fornece um caminho abrangente para aumentar a resiliência e reduzir vulnerabilidades. Esta redução se dá em função da otimização da governança hídrica que minimiza os riscos de secas e inundações, garantindo a alocação eficiente de recursos nos demais pilares do Nexo. Outro aspecto relevante é o aprimoramento da preparação, visto o planejamento territorial que é possível ser atingido. Finalmente, a abordagem Nexo permite a integração sistêmica ao vincular os sistemas de água, energia e alimentos, face às projeções climáticas, que reduz os riscos em cascata e aumenta a capacidade adaptativa. Sintetizando, a RDD utilizando a abordagem WEFC Nexus proporciona a redução do risco sistêmico de diferentes formas, a saber: a) integração da governança multiescala: as diferentes escalas, locais, regionais e transfronteiriças, fazem parte do território de diferentes bacias hidrográficas. É necessário garantir a coerência entre as políticas municipais, estaduais e nacionais que abordam os riscos em várias escalas; b) aprimoramento da capacidade adaptativa: incorporar projeções climáticas no planejamento reduz as incertezas e melhora a prontidão para cenários futuros. A utilização de plataformas de projeções climáticas pode auxiliar municípios de diferentes portes a planejar suas ações; c) equilíbrio de trade-offs por meio de ajustes e negociações setoriais que minimizam conflitos e otimiza o uso de recursos; d) engajamento de stakeholders por meio da governança inclusiva que promove colaboração e distribuição equitativa de recursos, essenciais para os princípios do Marco de Sendai.

Referências

AMARAL, M. H.; BENITES-LAZARO, L. L.; SINISGALLI, P. A. de A.; ALVES, H. P. da F.; GIATTI, L. L. Environmental injustices on green and blue infrastructure: Urban nexus in a macrometropolitan territory. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 01-13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125829>. Acesso em: 14 jan. 2025.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Hidroweb** – Séries Históricas de Estações. Brasília, 2024a. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Monitor das Secas.** Brasília, 2024b. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=11&ano=2024>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Dados Abertos** – Agência Nacional de Energia Elétrica. Dados Abertos. Disponível em: https://dadosabertos.aneel.gov.br/. Acesso em 13 jan. 2025.

ANDREWS-SPEED, P.; BLEISCHWITZ, R.; BOERSMA, T.; JOHNSON, C.M.; KEMP, G.; VANDEVEER, S.D. **The Global Resource Nexus:** The Struggles for Land,

Energy, Food, Water, and Minerals. 2012. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:106626007>

ASHOFTEH, P.S. et al. Assessment of water resources development projects under conditions of climate change using efficiency indexes (EIs). **Water resources management**, v. 31, n. 12, p. 3723–3744, 2017. https://doi.org/10.1007/s11269-017-1701-y

BARROS, V. G.; RAPAGLIA, J.; RICHTER, M. B.; ANDRIGHI, J. F. Design process in the urban context-Mobility and health in Special Flood Hazard Area. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 59, 102170. 2021. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102170

BARROS, V. G.; GONZÁLEZ-CAMEJO, J.; TOMBOLINI, L.; SGROI, M.; FOGLIA, A.; EUSEBI, A. L.; FATONE, F. Water-Energy-Food-Ecosystems-Climate Nexo in the Water Reuse Sector. Current State, Gaps, and Challenges for Practical Applications. In: **Water Reuse and Unconventional Water Resources:** A Multidisciplinary Perspective (pp. 565-590). 2024. Cham: Springer Nature Switzerland.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS:** Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. 2025a. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br>. Acesso em: 07 jan. 2025.

BRASIL (1997). **Lei n.° 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Governo Federal. **Portal Nacional de Dados Abertos.** 2025b. Disponível em: <https://dados.gov.br>. Acesso em: 07 jan. 2025.

C3S – Copernicus Climate Change Service. **ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present**. 2023. Disponível em: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>. Acesso em: 07 jan. 2025.

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. **Dados de consumo.** Disponível em: <https://www.celesc.com.br/home/mercado-de-energia/dados-de-consumo>. Acesso em: 13 jan. 2025.

COHEN, N. **Rain-induced hazards in remote, low-resource communities:** a case study of flash flooding Usulután department, El Salvador. 2023. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geologia, Michigan Technological University. Disponível em: <https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2724&context=etdr>. Acesso em: 03 jan. 2025.

DAHER, B. *et al*. Towards bridging the water gap in Texas: a water-energy-food Nexo approach. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 647, p. 449-463, jan. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.398

DAHER, B. T.; MOHTAR, R. H. Water–energy–food (WEF) Nexo Tool 2.0: guiding integrative resource planning and decision-making. **Water International**, [S.L.], v. 40,

n. 5-6, p. 748-771, 14 ago. 2015. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2015.1074148

DIAS, I. Y. P. et al. Watersheds governance optimizing water-energy-food Nexo approach across water users and watershed scales. **Water resources management**, 2024. https://doi.org/10.1007/s11269-024-03984-9

EBC – Empresa Brasil de Comunicação. **Nível do Cantareira continua em queda e registra 6,7%.** Reportagem da Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-12/sistema-cantareira-continua-em-queda-e-registra-67>. Acesso em: 11 jan. 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: 13 jan. 2025.

FAO. **The Water-Energy-Food Nexus at FAO, Concept Note**. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. 2014.

FOGLIA, A.; GONZÁLEZ-CAMEJO, J.; RADINI, S.; SGROI, M.; LI, K.; EUSEBI, AL.; et al. **Transforming wastewater treatment plants into reclaimed water facilities in water-unbalanced regions**. An overview of possibilities and recommendations focusing on the Italian case. J Clean Prod. Elsevier Ltd; 2023.

GOHARIAN, ERFAN *et al*. Vulnerability Assessment to Support Integrated Water Resources Management of Metropolitan Water Supply Systems. **Journal Of Water Resources Planning And Management**, [S.L.], v. 143, n. 3, p. 04016080, mar. 152 2017. American Society of Civil Engineers (ASCE). http://dx.doi.org/10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000738

GMAO – Global Modeling and Assimilation Office. **Merra-2 Data Access.** Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), USA. 2015. Disponível em: <https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets?project=MERRA-2>. Acesso em: 07 jan. 2025.

Governo do Estado de Minas Gerais. **Decisões de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), 2024. Disponível em: <http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/lista-outorgas>. Acesso em: 28 dez. 2024.

GIATTI, L.L.; JACOBI, P.R.; FAVARO, AKMDI.; EMPINOTTI, V.L. O nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**. 2016;30:43–61.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Sistema de Outorga da Água do Rio Grande do Sul – SIOUT RS**. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA RS), 2024. Disponível em: <http://siout.aguas.sc.gov.br/>. Acesso em: 28 dez. 2024.

GOSLING, S.N.; ARNELL, N.W. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. **Clim Change** [Internet]. 2016;134:371–85. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x

GUAN, Xin et al. A metropolitan scale water management analysis of the foodenergy-

water Nexo. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 701, p. 134478, jan. 2020. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134478

HOFF, H. Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm. 2011.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapa de Estações.** Brasília, 2024. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 22 dez. 2024.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados Observacionais do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC.** São Paulo, 2024. Disponível em: <https://bancodedados2.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **IPEADATA:** banco de dados de séries temporais do IPEA. Brasília, 2025. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em: 03 jan. 2025.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

JRA – Japan Meteorological Agency. **JRA-55:** the Japanese 55-year Reanalysis. Disponível em: <https://jra.kishou.go.jp/JRA-55/index_en.html#reanalysis>. Acesso em: 07 jan. 2025. 2013.

KONCAGÜL, E.; TRAN, M.; CONNOR, R. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2020:** água e mudança climática, fatos e dados. 2020.

KUMMU, M.; GUILLAUME, J.H.A.; de MOEL, H.; EISNER, S.; FLÖRKE, M.; PORKKA, M. et al. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. **Sci Rep.** 2016;6:38495.

LIU, Y. *et al*. A quantitative analysis framework for water-food-energy Nexo in an agricultural watershed using WEAP-MODFLOW. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 31, p. 693-706, maio 2022. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.032

MARKANTONIS, V.; REYNAUD, A.; KARABULUT, A.; EL HAJJ, R.; ALTINBILEK, D.; AWAD, I.M. et al. Can the Implementation of the Water-Energy-Food Nexus Support Economic Growth in the Mediterranean Region? The Current Status and the Way Forward. **Front Environ Sci**. 2019;7.

MCLENNAN, M. **The Global Risks Report 2021**. 16th Edition. Cologny, Switzerland: World Economic Forum. 2021.

MELO, F.P.L.; PARRY, L.; BRANCALION, P.H.S.; PINTO, S.R.R.; FREITAS, J.; MANHÃES, A.P. et al. Adding forests to the water–energy–food nexus. **Nat Sustain**. 2020;4:85–92.

MIDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://basedosdados.org/dataset/2a543ad8-3cdb-4047-9498-efe7fb8ed697?table=df7cf198-4889-4baf-bb77-4e0e28eb90ca>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MOMBLANCH, A. et al. Untangling the water-food-energy-environment Nexo for global change adaptation in a complex Himalayan water resource system. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 655, p. 35-47, mar. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.045

NIKA, C.E.; VASILAKI, V.; EXPÓSITO, A.; KATSOU, E. Water Cycle and Circular Economy: Developing a Circularity Assessment Framework for Complex Water Systems. **Water Res.** 2020;187.

NIKA, C.E.; VASILAKI, V.; RENFREW, D.; DANISHVAR, M.; ECHCHELH, A.; KATSOU, E. Assessing circularity of multi-sectoral systems under the Water-Energy-Food-Ecosystems (WEFE) nexus. **Water Res.** 2022;221.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. **CFS version 2 Downloads.** 2010. Disponível em: <https://cfs.ncep.noaa.gov/cfsv2/downloads.html>. Acesso em: 07 jan. 2025.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil (1985-2023).** 2025. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

REZAEI, K. S.; CELICO, F. The Water–Energy–Food Nexus in European Countries: A Review and Future Perspectives. **Sustainability**. 2023;15:4960.

RITCHIE, HANNAH; ROSADO, PABLO; ROSER, MAX. **Natural Disasters**. Published online at OurWorldinData.org. Disponível em: <https://ourworldindata.org/natural-disasters>. [Online Resource]. 2022.

SANDOVAL-SOLIS, S. et al. Sustainability Index for Water Resources Planning and Management. **Journal Of Water Resources Planning And Management**, [S.L.], v. 137, n. 5, p. 381-390, set. 2011. American Society of Civil Engineers (ASCE). http://dx.doi.org/10.1061/(asce)wr.1943- 5452.0000134

SANTA CATARINA. **Sistema de Outorga da Água de Santa Catarina – SIOUT SC**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável (SDE), 2024. Disponível em: <http://www.siout.rs.gov.br>. Acesso em: 28 dez. 2024.

SÃO PAULO. **SP Águas** - Visualizador de Atos de Outorgas e Cadastros. Agência de Águas do Estado de São Paulo, 2024. Disponível em: <https://cth.daee.sp.gov.br/soe>. Acesso em: 28 dez. 2024.

SEI – Stockholm Environment Institute. **Licença de Uso do WEAP.** 2025. Disponível em: <https://www.weap21.org/index.asp?action=217>. Acesso em: 03 jan. 2025.

SIDRA/IBGE – Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Banco de Tabelas Estatísticas.** 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

SHAMS, S.; JUANI, R. H. M. Flow Assessment of Brunei River due to the Impact

of Climate Change. **4th International Conference on Environmental, Energy and Biotechnology.** 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Shahriar-Shams/publication/278783322_Flow_Assessment_of_Brunei_River_due_to_the_Impact_of_Climate_Change/links/56da2d3408aee1aa5f829c03/Flow-Assessment-of-Brunei-River-due-to-the-Impact-of-Climate-Change.pdf>. Acesso em 03 jan. 2025.

SIEBER, JACK; PURKEY, DAVID. **Water Evaluation and Planning System** – User Guide. Stockholm Environment Institute – SEI. Disponível em: <https://www.weap21.org/downloads/WEAP_User_Guide.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2025.

TZANAKAKIS, V.A.; PARANYCHIANAKIS, N. V.; ANGELAKIS, A.N. Water Supply and Water Scarcity. **Water (Basel)**. 2020;12:2347.

UNECE. **Reconciling resource uses in transboundary basins:** assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus. 2015.

UNDRR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction: Geneva, Switzerland. 2015.

VIEIRA, E. O.; SANDOVAL-SOLIS, S. Water resources sustainability index for a water-stressed basin in Brazil. **Journal Of Hydrology**: Regional Studies, [S.L.], v. 19, p. 97-109, out. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.08.003

VITO, Rossella de, et al. An index-based approach for the sustainability assessment of irrigation practice based on the water-energy-food Nexo framework. **Advances In Water Resources**, [S.L.], v. 110, p. 423-436, dez. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.10.027

YATES, DAVID, et al. WEAP21—A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model. **Water International**, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 487-500, dez. 2005a. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/02508060508691893

YATES, David *et al*. WEAP21—A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model. **Water International**, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 501-512, dez. 2005b. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/02508060508691894

ZHANG, Y. et al. Hydropower generation vulnerability in the Yangtze river in China under climate change scenarios: Analysis based on the WEAP model. **Sustainability**, v. 9, n. 11, p. 2085, 2017. https://doi.org/10.3390/su9112085

ZHANG, Z. et al. Improvement of WEAP model considering regional and industrial water distribution priority and its application. **Journal of hydrology:** Regional studies, v. 47, n. 101414, p. 101414, 2023. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101414

ZHONG, D.; Lu, Q.; ZHANG, Y.; Li, J.; LEI, T.; LIU, C. How a poverty alleviation policy affected comprehensive disaster risk reduction capacity: Evidence from China's great western development policy. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 111, 104656. 2024. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104656

SOBRE OS ORGANIZADORES

Lourenço Magnoni Júnior – Docente do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza: Escolas Técnicas Estaduais Astor de Mattos Carvalho (Agrícola) de Cabrália Paulista-SP/ Rodrigues de Abreu de Bauru – SP / Faculdade de Tecnologia de Lins– SP e do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica da Unesp/Campus de Bauru-SP. Membro do Grupo Assessor de Ciência e Tecnologia do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR) das Américas e do Caribe. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru–SP (www.agbbauru.org.br). Pós-doutoramento pelo Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) - Pós-Doutorado Estratégico – CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). Supervisor: Prof. Dr. José Mauro Palhares. E-mail: lourenço.junior@fatec.sp.gov.br.

Mario Andrés Salgado-Gálvez – Responsável pelo estudo de ameaças do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres das Américas e do Caribe. Engenheiro civil e doutor em engenharia sísmica e dinâmica estrutural pela Barcelona Tech. Trabalhou nos últimos 15 anos no desenvolvimento de modelos de risco probabilístico multirriscos em diferentes regiões da América Latina, Caribe, Sudeste Asiático, África Ocidental e Região do Oceano Índico. Publicou mais de 35 artigos em revistas especializadas, além de capítulos de livros e contribuições para documentos técnicos e documentos de trabalho do Banco Mundial, do Banco Interamericano de Desenvolvimento e das Nações Unidas. E-mail: mario.salgadogalvez@un.org.

José Mauro Palhares – Licenciado em Geografia e Historia pela Universidade do Oeste Paulista (1994), Especialista em Geografia e Planejamento Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais PUC (1998), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS (2005), Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (2011) e Estágio Pós-Doutoral pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (2018).Atualmente é Professor Associado do Colegiado de Geografia do Campus Oiapoque da Universidade Federal do Amapá/UNIFAP. Professor vinculado a Pós-Graduação Lato Sensu em Geografia Oiapoque e do Programa de Pós-Graduação em Geografia (mestrado) PPGEO/UNIFAP. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, Climatologia e Hidrografia. E-mail: jmpalhares@gmail.com

Maria da Graça Mello Magnoni – Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da Unesp/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru–SP e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. E-mail: mgm.magnoni@unesp.br.

Rubén Camilo Lois-González – Professor do Departamento de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Santiago de Compostela. Especialista em Geografia Urbana e Cultural. Diretor Geral de Turismo do Governo Autônomo Galego (2005-2009). Reitor da Faculdade de Geografia e História (2003-2005). Diretor do Centro Euro-regional de Estudos (CEER), organismo de cooperação científica entre as universidades da Galiza e da região Norte de Portugal (2013-2017). Palestrante convidado em universidades da França (Le Mans, Caen, Toulouse-Le Mirail), Noruega (Bergen, Finmark University College), Canadá (Calgary, Lethbridge) e Brasil (Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de São Carlos - Campus de Sorocaba e da Universidade Estadual de Feira de Santana). Pesquisador principal do Projeto Atlas Regional para a Estratégia 2020 da União Europeia (UE). Responsável pelo Grupo de Referência Competitiva, ANTE (Análise Territorial) da Universidade de Santiago. Diretor de 25 Teses de Doutoramento, algumas delas em coorientação com as Universidades de Barcelona, Porto e Paris I-La Sorbonne. 1º Vice-Presidente da União Geográfica Internacional - UGI (Comitê Executivo 2024-2026). E-mails: rubencamilo.lois@usc.es - rubencamilo.lois@gmail.com.

Kohky Sefo Maria Barros – Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Sistema de Informação Geográfica (FCN/UAN-Angola). Licenciado em Engenharia Geográfica pela (FCN/UAN-Angola). Docente Universitária do Instituto Superior Politécnico de Ndalatando-Angola (ISPND). Membro do Comitê Editorial das Revistas Nova Paideia, Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA) e Revista Angolana de Ciências (RAC-Angola). Membro do Colégio dos Engenheiros Geógrafos de Angola. Membro do Centro Nacional De Investigação Científica/Angola (CNIC). E-mail: sefobarros@gmail.com

Edenilson Sebastião – Liderança indígena da etnia Terena/SP, com formação em Geografia pela Universidade Unisagrado-Bauru/SP. Presidente do Instituto em Defesa do Meio ambiente (IDIMAI), entidade sem fins lucrativos que tem objetivo lutar pela agricultura familiar, preservação e reflorestamento da aldeia Kopenoti. Atuou como chefe administrativo da Funai/Bauru. Atualmente está como professor do ensino fundamental na Escola Estadual Kopenoti na aldeia Kopenoti. Há mais de cinco anos vem desempenhando a função de cacique na aldeia Kopenoti, desenvolvendo vários trabalhos dentro da aldeia nas áreas culturais, esportivos e políticas indigenista em defesa dos direitos indígenas do Brasil. E-mail: chicaoterena@gmail.com.

Wellington dos Santos Figueiredo – Pós-Doutor em Comunicação (Unesp-Bauru). Doutor em Mídia e Tecnologia (Unesp-Bauru). Mestre em Comunicação (Unesp-Bauru). Bacharel e Licenciado em Geografia. Licenciado em Pedagogia. Membro do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. Coordenador de Projetos Responsável pela Coordenação Pedagógica – Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, Cabrália Paulista-SP (Centro Paula Souza). E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br.

Humberto Alves Barbosa – Geoprocessador. Treinador. Fundou e coordena o Laboratório de Processamento de Imagens de Satélites (Lapis), uma das principais referências no Brasil em recepção, processamento, análise e distribuição de dados de satélites. Desde 2007, é responsável pela implantação e operação do "Sistema EUMETCast" no Brasil, uma tecnologia descentralizada de recepção de dados de satélites no Brasil, da Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT). Pós-doutor pela University of Bergen (Noruega), Ph.D. em Solo, Água e Ciências Ambientais/Sensoriamento Remoto, pela University of Arizona, Mestre em Sensoriamento Remoto, pelo Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais (INPE) e Graduado em Meteorologia, pela Universidade Federal de Campina Grande. Criador do método "Mapa da Mina", para domínio do geoprocessamento no QGIS. Professor da graduação e pós-graduação em Meteorologia, na Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Tem se dedicado intensamente à disseminação dos dados e produtos dos satélites, via sistema EUMETCast no Brasil, por meio de treinamentos em geoprocessamento no QGIS, em colaboração com a EUMETSAT. Em 2009, ingressou no Convection Working Group (CWG), do European Severe Storms Laboratory (ESSL), atuando em missões internacionais de instalação do sistema EUMETCast e validação de dados dos satélites MSG. Autor de Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), na área de degradação das terras e desertificação. Colaborador do Programa Global Laboratory, da Universidade de Nova York - Oswego, que oferece aos estudantes de graduação e pesquisadores uma vivência imersiva para o desenvolvimento de projetos de pesquisa em laboratórios internacionais, nos campos mais promissores do estudo da ciência, tecnologia, engenharia e matemática. E-mail: barbosa33@gmail.com.

Luciana Resende Londe – Possui doutorado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2008), com período de doutorado sanduíche na University of Edinburgh (UK), mestrado em Engenharia Agrícola (Área de Concentração Água e Solos) pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp (2002), especialização em Vigilância em Saúde Ambiental - UFRJ (2014), graduação (Bacharelado e Licenciatura Plena) em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU (1997) e segunda licenciatura em Sociologia (Unitau, 2020). Trabalhou no Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) e desde 2012 é pesquisadora no Ceaden - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) do Cemaden e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais - Cemaden/Unesp. E-mail: luciana.londe@cemaden.gov.br.

Sofia Mello Magnoni – Bacharel em Direito pela Instituição Toledo de Ensino (ITE) – Bauru - SP. Pós-graduanda em Direito Internacional pelo Centro de Estudos de Direito e Negócios (CEDIN) - Belo Horizonte – MG. E-mail: sofiaamagnoni@gmail.com.

DO LOCAL AO GLOBAL



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES

ORGANIZAÇÃO

Lourenço Magnoni Júnior
Mario Andrés Salgado-Gálvez
José Mauro Palhares
Maria da Graça Mello Magnoni
Rubén Camilo Lois-González
Kohky Sefo Maria Barros
Edenilson Sebastião
Wellington dos Santos Figueiredo
Humberto Alves Barbosa
Luciana Resende Londe
Sofia Mello Magnoni