ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

CIÊNCIA

Geográfica

ANO XXVI - VOL. XXVI, Nº 4 - ENSINO - PESQUISA - MÉTODO - JANEIRO/DEZEMBRO - 2022

ELEMENTOS DE GEOGRAFIA FÍSICA



Editora Saraiva

PPGeo Programa de Pós-graduação Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço
UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

associação dos geógrafos brasileiros
agb Seção Bauru

CIÊNCIA
Geográfica

Expediente

Revista **Ciência Geográfica**
Ensino - Pesquisa - Método
Ano XXVI - Vol. XXVI - **N.º 4** - Janeiro/Dezembro de 2022
ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461
Publicação anual voltada ao ensino, à pesquisa e método em Geografia e áreas afins.

Órgão oficial de divulgação da
ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS:
Presidente Nacional: Profª. Drª. **Lorena Izá Pereira**
Diretor Seção Local Bauru: Prof. Ms. **Elian Alabi Lucci**

Editores:
Álvaro José de Souza (*In Memoriam*), Cláudio Eduardo de Castro, Elian Alabi Lucci, José Misael Ferreira do Vale, Lourenço Magnoni Júnior, Nilton de Araújo Júnior, Ruy Moreira e Wellington dos Santos Figueiredo.

Comitê Editorial:
Álvaro José de Souza (In Memoriam), Adnilson de Almeida Silva, André Luiz Nascentes Coelho, Andréa Aparecida Zacharias, Antônio Francisco Magnoni, Cláudio Eduardo de Castro, Cristiano Nunes Alves, Edson Belo Clemente de Souza, Elian Alabi Lucci, Elvis Christian Madureira Ramos, Flavio Gatti, José Mauro Palhares, José Misael Ferreira do Vale, Lourenço Magnoni Júnior, Lucivânio Jatobá, Maria da Graça Mello Magnoni, Patrícia Helena Mirandola Garcia, Ruy Moreira e Wellington dos Santos Figueiredo.

Revisores:
José Mauro Palhares, José Misael Ferreira do Vale, Lourenço Magnoni Júnior, Maria da Graça Mello Magnoni, Rosicler Sasso Silva (*In Memoriam*) e Wellington dos Santos Figueiredo.

Jornalista Responsável:
Antônio Francisco Magnoni - MTB - 19280

Conselho Editorial/Editorial Board:
Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói – RJ) - Editor-chefe

Membros/Members:
Profª Drª Adriana Dorfman (UFRGS/Porto Alegres - RS - Brasil)
Drª Alineaurea Florentino Silva (Embrapa Semiárido/Petrolina – PE – Brasil)
Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho (UFES/Vitória – ES – Brasil)
Profª Drª Andréa Aparecida Zacharias (UNESP/Ourinhos – SP – Brasil)
Prof. Dr. Antônio Francisco Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Prof. Dr. Cláudio Eduardo de Castro (UEMA/São Luís – MA – Brasil)
Prof. Dr. Cláudio Artur Mungói (Universidade Eduardo Mondlane/Maputo – Moçambique)
Prof. Dr. Cristiano Nunes Alves (UEMA/São Luís – MA – Brasil)
Prof. Dr. Edson Belo Clemente de Souza (UEPG/Ponta Grossa – PR – Brasil)
Prof. Dr. Elvis Christian Madureira Ramos (UFMS/Corumbá – MS – Brasil)
Prof. Dr. Genylton Odilon Rego da Rocha (UFPA/Belém – PA – Brasil)
Prof. Dr. Gil Sodero de Toledo (USP/São Paulo – SP – Brasil)
Profª Drª Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Ijuí – RS – Brasil)
Prof. Dr. Jorge Olcina Cantos (Associação Espanhola de Geografia – AGE/Universidade de Alicante – UA/Alicante – Espanha)
Prof. Dr. José Mauro Palhares (UNIFAP/Oiapoque – AP – Brasil)
Prof. Dr. José Misael Ferreira do Vale (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Profª Drª Lana de Souza Cavalcanti (UFGO/Goiânia – GO – Brasil)
Prof. Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza/Lins – SP – Brasil)
Prof. Dr. Luciano Fernandes Lourenço (Universidade de Coimbra – Portugal)
Prof. Dr. Lucivânio Jatobá (UFPE/Recife – PE – Brasil)
Profª Drª Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Prof. Dr. Nelson Rego (UFRGS/Porto Alegre – RS – Brasil)
Profª Drª Patrícia Helena Mirandola Garcia (UFMS/Três Lagoas – MS – Brasil)
Prof. Dr. Roberto Serrano-Notivoli (Associação Espanhola de Geografia – AGE/Universidade Autônoma de Madrid – UAM/Madrid – Espanha)
Profª Drª Silvia Aparecida de Sousa Fernandes (UNESP/Marília – SP – Brasil)
Prof. Dr. Túlio Barbosa (UFU/Uberlândia – MG – Brasil)
Prof. Dr. Zeno Soares Crocetti (UNILA/Foz do Iguaçu – PR – Brasil)

POLÍTICA E OBJETIVOS DA REVISTA CIÊNCIA GEOGRÁFICA

A Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA - Ensino, Pesquisa e Método é uma publicação eletrônica editada pela Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), Seção Bauru – SP com a finalidade de divulgar a atuação profissional e intelectual de geógrafos, professores de Geografia da Educação Básica e Superior, estudantes de Pós-Graduação em Geografia e de Ciências afins. Dentre seus objetivos estão:

1 - Estimular a produção técnico-científica e didático-pedagógica dos sócios da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP e de pesquisadores da Geografia Brasileira ou de ciências afins;

2 - Divulgar as ciências brasileiras no plano internacional e evidenciar as ciências mundiais ao conhecimento nacional;

3 - Promover a difusão e a popularização da Ciência e Tecnologia no âmbito da Geografia ou de Ciências afins;

4 - Estabelecer, em caráter permanente, articulações orgânicas entre a pesquisa universitária de Geografia e Ciências afins com as salas de aula dos Sistemas de Ensino Fundamental, Médio, Técnico e Superior.

As edições online da Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA estão abertas para publicar todas as tendências acadêmicas e científicas críticas que estão em pauta na Geografia e nas diversas Áreas de Conhecimento da Educação Escolar Brasileira contemporânea. O objetivo central da Revista Eletrônica da AGB/Seção Bauru - SP é ampliar o alcance das Pesquisas e do Ensino de Geografia e suas Ciências conexas. As páginas online estão disponíveis para divulgar todas as ações que aproximem a Ciência Geográfica brasileira dos cidadãos que desejam a construção de um mundo mais justo, solidário, democrático e participativo.

Indexada em/*Indexed in/Abstract in*:
IBCIT (ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461), Latindex, Diadorim, Gloogle Acadêmico e LivRe.

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP
CNPJ N.º 00.407.524/0001-00
Rua Pedro Oliveira Tavares, 2-148 – Jardim Colonial – Bauru – SP – CEP 17047-595
Fone: (14) 99711-1450
E-mail: agb@agbbauru.org.br
Site: https://www.agbbauru.org.br

Normatização bibliográfica: Nilton de Araújo Júnior

Diagramação e Capa: Nilton de Araújo Júnior

Imagens da capa: Retiradas dos artigos desta edição

Editora Saraiva
Av. Antártica, 92 - Barra Funda
São Paulo - SP - 01141-061
Fone: (11) 4003-3061
E-mail: centralderelacionamento@somoseducacao.com.br
www.edocente.com.br

*** As opiniões expressadas pelos autores são de sua inteira responsabilidade.**

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite: https://creativecommons.org/licenses/by/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 ou compartilhada, desde que se lhe atribua o devido crédito pela criação original. 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 da Revista Ciência Geográfica.

Ficha catalográfica elaborada por:

DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - Botucatu

Ciência Geográfica - Ensino - Pesquisa - Método
(Seção Bauru / Associação dos Geógrafos Brasileiros / Editora Saraiva) - Bauru / São Paulo - SP
Ano I - n.º 1 (1995)
Ano XXVI. Vol. XXVI – Nº 4 – Janeiro-Dezembro/2022
Anual
ISSN Online: 2675-5122 – ISSN-L: 1413-7461
1. Geografia - Periódicos - Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Bauru / Editora Saraiva

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

CIÊNCIA Geográfica

ANO XXVI - VOL. XXVI, Nº 4 - ENSINO - PESQUISA - MÉTODO - JANEIRO/DEZEMBRO - 2022

Sumário

Carta ao Leitor **1714**

Artigos

O uso do sensoriamento remoto aplicada na determinação e modelação das zonas com maiores ocorrências a erosão dos solos no município do Uíge, província de Uíge-Angola **1718**
Khokhy Sefo Maria Barros • João Francisco de Sousa Gaspar da Silva

Levantamento histórico-geográfico dos eventos de inundação e deslizamentos na cidade de São João del-Rei no período de 1774 a 2021 ..... **1734**
André Barbosa Ribeiro Ferreira • Andréa Aparecida Zacharias • Francielle da Silva Cardozo • Bráulio Magalhães Fonseca

The Paris Agreement in the context of the economic theory of degrowth - mapping and analysis of idiosyncrasies **1774**
Raphael de Carvalho Aranha

Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI): uma análise integrada **1782**
Karoline Veloso Ribeiro • Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

O potencial do patrimônio geomorfológico para a promoção do geoturismo no município do Oiapoque, Amapá/Brasil **1801**
Francinete Viana da Silva Corrêa • Antonio José Teixeira Guerra • Celina Marques do Espírito Santo

Descaracterização dos diques marginais de rios e riachos em ambientes semiáridos **1825**
Ernane Cortez Lima

A dinâmica da paisagem do Estado do Amapá: análise do uso da terra e cobertura vegetal para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210 .. **1836**
Alexandre Luiz Rauber

A importância da abordagem dos solos em ambiente escolar a partir de metodologias ativas de aprendizagem **1861**
Luana Nobrega • Cristiane Cardoso

Inventário da geodiversidade no alto curso do Igarapé Braço, no município de Itaubal, zona costeira estuarina do Estado do Amapá **1878**
Danusa da Silveira Machado • Celina Marques do Espírito Santo

Paisagem, geomorfologia e os riscos: uma perspectiva geográfica **1912**
Jorge da Paixão Marques Filho

Vulnerabilidade à COVID-19: análises espaciais a partir da região metropolitana de Sobral-CE (RMS) **1923**
Larissa Ingrid Marques Linhares • Jander Barbosa Monteiro • Ana Paula Pinho Pachêco Gramata

Quartas no LAGESOLOS: comunicação científica de geografia e geomorfologia na pandemia **1942**
Armando Brito da Frota Filho • Ana Paula Silva Furtado • Hugo Alves Soares Loureiro • Antonio José Teixeira Guerra

Geodiversidade, biodiversidade e unidades de conservação em serras secas: um diálogo a partir das Serras da Penanduba e dos Morais no semiárido do Estado do Ceará **1960**
Benedito Francisco Moreira Lourenço *(in memoriam)* • Francisco Nataniel Batista de Albuquerque • Cleanto Carlos Lima da Silva • José Souza da Costa

Levantamento e análise socioambiental integrada do Açude Acaraú Mirim – Massapê-CE **1980**
Luiz Carlos Marques Costa • Simone Ferreira Diniz

Geoturismo e o valor patrimonial da geodiversidade do município de Tanque do Piauí, Piauí, Brasil **2002**
Alexandre Rodrigues Costa • Helena Vanessa Maria da Silva

Patrimônio hidrológico no médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Poti (Piauí): potencialidades geoturísticas de quedas d'água **2016**
Helena Vanessa Maria da Silva • Cláudia Maria Sabóia de Aquino • Renê Pedro de Aquino

As interações multiescalares e as dinâmicas espaço-temporais dos agentes naturais e antrópicos atuantes na zona costeira do Estado do Ceará: um estudo teórico **2052**
Eduardo de Sousa Marques • Vanda Carneiro de Claudino-Sales • Lidriana de Souza Pinheiro

Geodiversidade como condicionante de biodiversidade e riqueza florística, no Planalto dos Alcantilados, Mato Grosso: o caso da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, adotando como indicadores bromélias do gênero Dyckia Schult. & Schult.f. **2073**
Orlando Ricardo Graeff

Oficina de solos na formação continuada de professores das escolas rurais da SEMED/Manaus (AM) **2106**
Armando Brito da Frota Filho

Fenômenos hidrometeorológicos de enchentes na Bacia Hidrográfica do Segredo em Campo Grande – MS - Brasil **2128**
Rejane Alves Félix

A geodiversidade do Parque Estadual Cânion do Rio Poti, Piauí **2162**
Francisco Wellington de Araujo Sousa • Iracilde Maria de Moura Fé Lima

Caracterização dos aspectos fisicos-naturais da sub Bacia Hidrográfica do Rio Macambira no Estado do Ceará, Brasil **2183**
Bruna Lima Carvalho • José Falcão Sobrinho • Ana Paula Pinho Pacheco Gramata

Um olhar para os valores cultural, funcional e científico/educativo dos geossítios da zona litorânea do Estado do Piauí **2207**
Brenda Rafaele Viana da Silva • Elisabeth Mary de Carvalho Baptista

Análise climática do Maciço de Baturité (CE): subsídio ao planejamento e gestão ambiental **2227**
Raimundo Rodrigues dos Santos Junior • Isorlanda Caracristi

Análise da precipitação e regime hidrológico na bacia hidrográfica do Rio Oiapoque, 1998/2019, Amapá/Brasil **2259**
Severino Pereira Mancio Filho • José Mauro Palhares • Valdenira Ferreira dos Santos

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

Geographic Science Magazine

YEAR XXVI - VOL. XXVI, # 4 - TEACHING - RESEARCH - METHOD - JANUARY/DECEMBER - 2022

Index - Índice

Letter to the reader **1716**

Articles - Artículos

The use of remote sensing applied in the determination and modeling of the areas with the most occurrences of soil erosion in the municipality of Uíge, province of Uíge-Angola / El uso de la detección remota aplicada en la determinación y modelación de las áreas con mayor erosión del suelo en el municipio de Uíge, provincia de Uíge-Angola **1718**
Khokhy Sefo Maria Barros • João Francisco de Sousa Gaspar da Silva

Historical-geographical survey of flood and landslide events in the city of São João del-Rei from 1774 to 2021 / Relevamiento histórico-geográfico de inundaciones y deslizamientos de tierra en la ciudad de São João del-Rei de 1774 a 2021 ..... **1734**
André Barbosa Ribeiro Ferreira • Andréa Aparecida Zacharias • Francielle da Silva Cardozo • Bráulio Magalhães Fonseca

O Acordo de Paris no contexto da teoria econômica do decrescimento - mapeamento e análise de idiossincrasias / El Acuerdo de París em el contexto de la teoría económica del decrecimiento - mapeo y análisis de idiosincrasías **1774**
Raphael de Carvalho Aranha

Mapping of environmental fragility in the Mulato River watershed (PI): an integrated analysis / Mapeo de fragilidad ambiental en la cuenca del Río Mulato (PI): un análisis integrado **1782**
Karoline Veloso Ribeiro • Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

The potential of the geomorphological heritage for the promotion of geoturism in Oiapoque municipality, Amapá state, Brazil / El potencial patrimonial geomorfológico para la promoción del geoturismo en el municipio de Oiapoque, Amapá/Brasil **1801**
Francinete Viana da Silva Corrêa • Antonio José Teixeira Guerra • Celina Marques do Espírito Santo

Decharacterization of marginal dikes of rivers and streams in semi-arid environments / Décaractérisation des idgues marginales des rivières et des ruisseaux dans les environnements semi-arides **1825**
Ernane Cortez Lima

The dynamics of the landscape of the State of Amapá: analysis of land use and vegetable coverage for the axis of influence of the BR-156 and BR-210 highways / La dynamique du paysage de l'État d'Amapá: analyse de l'utilisation des terres et couverture végétale vers l'axe d'influence des routes BR-156 et BR-210 ..... **1836**
Alexandre Luiz Rauber

The importance of soil's approach at school environment since actives methodologies / La importancia del abordaje de solos em ambiente escolar a partir de metodologías activas de aprendizaje **1861**
Luana Nobrega • Cristiane Cardoso

Inventory of geodiversity in the upper course of Igarapé Braço, in the municipality of Itaubal, estuarine coastal zone of the State of Amapá / Inventario de la geodiversidad en el curso superior del Arroyo Braço, en el municipio de Itaubal, zona del estuario costero del Estado de Amapá **1878**
Danusa da Silveira Machado • Celina Marques do Espírito Santo

Landscape, geomorphology and risks: a geographical perspective / Paisaje, geomorfología y riesgos: una perspectiva geográfica **1912**
Jorge da Paixão Marques Filho

Vulnerability to COVID-19: spatial analysis from the metropolitan region of Sobral-CE (RMS) / Vulnerabilidad al COVID-19: análisis espacial de la región metropolitana de Sobral-CE (RMS) **1923**
Larissa Ingrid Marques Linhares • Jander Barbosa Monteiro • Ana Paula Pinho Pachêco Gramata

Quartas no LAGESOLOS: scientific communication of geography and geomorphology in the pandemic / Quartas no LAGESOLOS: comunicación científica de geografía y geomorfología en la pandemia **1942**
Armando Brito da Frota Filho • Ana Paula Silva Furtado • Hugo Alves Soares Loureiro • Antonio José Teixeira Guerra

Geodiversity, biodiversity and units of conservation in dry mountains: a dialogue from the Penanduba and Morais Mountains in the semi-arid of the State of Ceará / Geodiversidad, biodiversidad y unidades de conservación en sierras secos semiáridos: un diálogo desde las Sierras de Penanduba y Morais en el semiarido del Estado de Ceará **1960**
Benedito Francisco Moreira Lourenço *(in memoriam)* • Francisco Nataniel Batista de Albuquerque • Cleanto Carlos Lima da Silva • José Souza da Costa

Integrated socio-environmental survey and analysis of the Acaraú Mirim Dam - Massapê-CE / Estudio y análisis socioambiental integrado de la Presa Acaraú Mirim - Massapê-CE **1980**
Luiz Carlos Marques Costa • Simone Ferreira Diniz

Landscape, geotourism and the asset value of geodiversity in the municipality of Tank of Piauí, Piauí, Brazil / El geoturismo y el valor patrimonial de la geodiversidad en el municipio de Tanque do Piauí, Piauí, Brasil **2002**
Alexandre Rodrigues Costa • Helena Vanessa Maria da Silva

Hydrological heritage in the middle course of the Poti River Watershed (Piauí): geotouristic potentialities of waterfalls / Patrimonio hidrológico en el curso medio de la Cuenca del Río Poti (Piauí): potencial geoturístico de caídas desde el agua **2016**
Helena Vanessa Maria da Silva • Cláudia Maria Sabóia de Aquino • Renê Pedro de Aquino

Multiscalar interactions and space-time dynamics of natural and anthropic agents working in the coastal zone of the State of Ceará: a theoretical study / Interacciones multiescalares y dinámicas espacio-temporales de agentes naturales y antrópicos que actúan en la zona costera del Estado de Ceará: un estudio teórico **2052**
Eduardo de Sousa Marques • Vanda Carneiro de Claudino-Sales • Lidriana de Souza Pinheiro

Geodiversity as a condition of biodiversity and floristic richness, in "Planalto dos Alcantilados", state of Mato Grosso, Brazil - the case of Cidade de Pedra, in Rondonópolis, adopting as indicators bromeliads of the genus Dyckia Schult. & Schult. f. / La geodiversidad como condición de la biodiversidade y riqueza florística em Planalto dos Alcantilados, Mato Grosso - el caso de "Cidade de Pedra", em Rondonópolis, adoptando como indicadores bromélias del género Dyckia Schult. & Schult.f. **2073**
Orlando Ricardo Graeff

Soil workshop in continuing education for teachers at rural schools of SEMED/Manaus (AM) / Taller de suelo en la formación continua de docentes de escuelas rurales de SEMED/Manaus (AM) **2106**
Armando Brito da Frota Filho

Hydrometeorological phenomena of floods in the Segredo Watershed in Campo Grande - MS – Brazil / Phénomènes hydrométéorologiques des inondations dans le Bassin Versant Segredo de Campo Grande - MS – Brésil **2128**
Rejane Alves Félix

The geodiversity of the State Park Canyon of Poti River, Piauí / La geodiversidad del Parque Estatal del Cañón del Rio Poti, Piauí **2162**
Francisco Wellington de Araujo Sousa • Iracilde Maria de Moura Fé Lima

Characterization of the physic-natural aspects of the sub-watershed of the Macambira River In The State Of Ceará, Brazil / Caracterización de los aspectos físico-naturales de la Subcuenca del Río Macambira en el Estado de Ceará, Brasil **2183**
Bruna Lima Carvalho • José Falcão Sobrinho • Ana Paula Pinho Pacheco Gramata

A look at the cultural, functional and scientific/educational values of the geosites in the coastal zone of the State of Piauí / Una mirada a los valores culturales, funcionales y científico/educativos de los geositos en la zona costera del Estado de Piauí **2207**
Brenda Rafaele Viana da Silva • Elisabeth Mary de Carvalho Baptista

Climate analysis of the Baturité Massif (CE): subsidy for environmental planning and management / Análisis climático del Macizo Baturité (CE): subsidio para la ordenación y gestión ambiental **2227**
Raimundo Rodrigues dos Santos Junior • Isorlanda Caracristi

Precipitation analysis and hydrological regime in the Oiapoque River basin, 1998/2019, Amapá/Brazil / Análisis de precipitación y régimen hidrológico en la cuenca hidrográfica del Río Oiapoque, 1998/2019, Amapá/Brasil **2259**
Severino Pereira Mancio Filho • José Mauro Palhares • Valdenira Ferreira dos Santos

CARTA AO LEITOR

A História da Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA-BAURU é escrita por suas obras ao longo dos anos de sua existência, e percebam que a trajetória é longa e vigorosa. Não nos reserva aqui a pretensão de dimensioná-la no contexto da importância para a ciência geográfica; cabe-nos registrar mais um episódio que levará os leitores a ter acesso às pesquisas qualificadas que o momento oportuniza registrá-las.

O universo das informações nos remete, nesse momento, a vivenciar aquilo que tem a Geografia no fortalecimento de estudos já consagrados e pertinentes a sua manutenção. Por outro viés, com temas emergentes, constituídos de reflexões que ora vivenciamos e faz-se necessário refletir sobre os mesmos.

A identificação das experiências, metodologias e das abordagens em prática são perceptíveis nos estudos das bacias hidrográficas que ora são identificadas nesse número da Ciência Geográfica. Associam-se os fenômenos climáticos, hidrológicos e inundações, temas estes que se expressam além da dinâmica natural, perseverando os efeitos na Humanidade, o decrescimento e o desenvolvimento do território.

Merece destaque a pertinência na categoria de análise da Paisagem, sempre presente nos diversos periódicos geográficos, onde aqui se fez astuta em oportunizar reflexões, subsidiando o aparato tecnológico que norteou novos cenários no Amapá a partir de inserções rodoviárias. No limiar de alterações na dinâmica do território, a Paisagem associou-se à Geomorfologia e a uma nova categoria que emerge os “riscos”.

O seu objetivo dos compêndios da Revista Ciência Geográfica é propiciar a divulgação das múltiplas possibilidades de leituras dos temas emergentes geográficos pesquisados, com foco nos desafios contemporâneos, presentes aqui quando associados à Geodiversidade. O tema eclodiu recentemente na Geografia e fundamentou-se nas características peculiares das sinuosidades do relevo e da ação conjunta dos elementos naturais que por ele são condicionados e alguns que nele são atuantes.

Aqui, a Geodiversidade traz consigo reflexões sobre o patrimônio geomorfológico, a biodiversidade, os geossítios e o potencial turístico.

E, por fim, a boa escrita que se faz aqui presente propicia promover a discussão dos atores (pesquisadores e professores) com conhecimento dos aspectos físico-naturais a partir de vivências de pesquisas e ações sociais, associando as tendências pedagógicas adotadas na ciência geográfica através de metodologias ativas na Educação Geográfica, projetando técnicas e tecnologias obtidas em campo e associando as metodologias de ensino.

Revigoro os agradecimentos em traçar as poucas linhas e, certamente, o que vem a seguir será mais um caminhar no fortalecimento do conhecimento científico que remonta o histórico evolutivo da Geografia como Ciência.

Prof. Dr. ***José Falcão Sobrinho***
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará.

LETTER TO THE READER

The History of CIÊNCIA GEOGRÁFICA-BAURU Magazine is written by his works throughout the years of its existence, and realize that the trajectory is long and vigorous. We do not reserve here the intention to scale it in the context of the importance for geographical science; it is up to us to record another episode that will lead readers to have access to qualified surveys that the moment provides opportunities to record them.

The universe of information leads us, at this moment, to experience what geography has in strengthening studies already consecrated and pertinent to its maintenance. On the other hand, with emerging themes, consisting of reflections that we sometimes experience and it is necessary to reflect on them.

The identification of experiences, methodologies and approaches in practice are noticeable in the studies of watersheds that are now identified in this issue of Geographic Science. Climatic, hydrological and flood phenomena are associated, themes that are expressed beyond the natural dynamics, persevering the effects on humanity, the degrowth and development of the territory.

It is worth mentioning the pertinence in the category of landscape analysis, always present in the various geographical journals, where here it was astute in opportunistic reflections, subsidizing the technological equipment that guidenew scenarios in Amapá from road insertions. At the threshold of changes in the dynamics of the territory, the Landscape was associated with Geomorphology and a new category that emerges the “risks”.

Its objective of the compendiums of the Geographic Science Journal is to promote the dissemination of the multiple possibilities of reading the emerging geographic themes researched, focusing on contemporary challenges, present here when associated with Geodiversity. The theme has recently appeared in Geography and was based on the peculiar characteristics of the sinuosities of relief and the joint action of the natural elements that are conditioned by it and some that are in it are at work.

Here, Geodiversity brings with it reflections on geomorphological heritage, biodiversity, geosites and tourism potential.

And, finally, the good writing that is present here provides to promote the discussion of actors (researchers and teachers) with knowledge of the physical-natural aspects from experiences of research and social actions, associating the pedagogical trends adopted in geographic science through active methodologies in Geographic Education, designing techniques and technologies obtained in the field and associating teaching methodologies.

I reinvigorate the thanks in drawing the few lines and, certainly, what comes next will be another walk in strengthening scientific knowledge that goes back to the evolutionary history of Geography as Science.

Prof. Dr. ***José Falcão Sobrinho***
Post Graduate Program in Geography
Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4000

O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO APLICADA NA DETERMINAÇÃO E MODELAÇÃO DAS ZONAS COM MAIORES OCORRÊNCIAS A EROSÃO DOS SOLOS NO MUNICÍPIO DO UÍGE, PROVÍNCIA DE UÍGE-ANGOLA

THE USE OF REMOTE SENSING APPLIED IN THE DETERMINATION AND MODELING OF THE AREAS WITH THE MOST OCCURRENCES OF SOIL EROSION IN THE MUNICIPALITY OF UÍGE, PROVINCE OF UÍGE-ANGOLA

EL USO DE LA DETECCIÓN REMOTA APLICADA EN LA DETERMINACIÓN Y MODELACIÓN DE LAS ÁREAS CON MAYOR EROSIÓN DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE UÍGE, PROVINCIA DE UÍGE-ANGOLA

Khokhy Sefo Maria Barros[1]
João Francisco de Sousa Gaspar da Silva[2]

RESUMO: Depois da independência, em Angola o uso e ocupação do solo não foram entendidos como uma função básica dentro de gerenciamento do espaço físico geográfico e a falta desta ferramenta provoca um desajuste no que toca a gestão harmoniosa do território e resultado deste fenómeno são os grandes impactos ambientais que o país esta a viver neste momento. O presente trabalho como objecto geral criar o mapa de erosão do solo do município do Uíge utilizando as técnicas de modelação de dados espaciais com base em dados obtidos por via de sensores aéreos e geoestatística aplicada. Para tal fez-se uma análise qualitativa dos dados já realizados e disponibilizados, houve a necessidade de se utilizar a Equação Universal de Perda de Solo para estimar os índices e classes de erosão de solos, os dados SRTM de 30 metros que permitiu perceber a dinâmica da geomorfologia e as imagens de satélite do sensor Landsat 8 para a classe de cobertura vegetal, levantamento topo-geodésico afim de constatar as zonas erodidas ao longo dos anos. Os resultados espelharam que a nosso área de estudo possui muitas linhas de águas superficiais que desaguam em rios de grandes caudais, e foi possível saber que na área apresenta um período de 9 meses ao longo de um ano de fortes quedas pluviométricas, o crescimento populacional ocorre em grande escala de uma maneira desordenada, o corte ilegal de arvores e as queimadas ao longo das zonas onde se tem praticado a agricultura são os principais elementos para o surgimentos de grandes abertura de ravinamento provocado pela erosão dos solos nesta região.

1 Mestre em Sistema de Informação Geográfica. Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de N'Dalatando. Professor em serviço no Instituto Politécnico da Universidade Kimpa Vita. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7487-9631. E-mail: sefobarros@gmail.com.
2 Doutor em Ciências Aplicadas da Terra, Professor Catedrático da Universidade Agostinho Neto - Faculdade de Ciências Naturais. Presidente do Instituto Superior Politécnico de N'Dalatando. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0773-7043. Email: jszitosilva2011@gmail.com.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

Palavras-chave: Erosão dos Solos. Sistema de Informação Geográfico. Cartografia Ambiental.

ABSTRACT: After independence, in Angola the use and occupation of the land were not understood as a basic function within the management of the physical geographic space and the lack of this tool causes a maladjustment regarding the harmonious management of the territory and the result of this phenomenon are the great impacts. environmental issues that the country is experiencing at the moment. The present work as a general objective to create the soil erosion map of the municipality of Uíge using spatial data modeling techniques based on data obtained through aerial sensors and applied geostatistics. For this, a qualitative analysis of the data already carried out and made available, there was a need to use the Universal Soil Loss Equation to estimate the indices and classes of soil erosion, the SRTM data of 30 meters that allowed to perceive the dynamics of geomorphology and the satellite images of the Landsat 8 sensor for the vegetation cover class, topo-geodesic survey in order to verify the eroded zones over the years. The results showed that our study area has many lines of surface water that flow into rivers with large flows, and it was possible to know that in the area it has a period of 9 months over a year of strong rainfall, population growth occurs on a large scale in a disorderly manner, the illegal cutting of trees and fires along the areas where agriculture has been practiced are the main elements for the emergence of large ravine openings caused by soil erosion in this region.

Keywords: Soil Erosion. Geographic Information System. Environmental Cartography.

RESUMEN: Después de la independencia, en Angola el uso y la ocupación de la tierra no fueron entendidos como una función básica dentro de la gestión del espacio físico geográfico y la falta de esta herramienta provoca un desajuste en cuanto a la gestión armónica del territorio y el resultado de este fenómeno son los grandes impactos ambientales que vive el país en estos momentos. El presente trabajo tiene como objetivo general crear el mapa de erosión del suelo del municipio de Uíge utilizando técnicas de modelado de datos espaciales a partir de datos obtenidos a través de sensores aéreos y geoestadística aplicada. Para ello, un análisis cualitativo de los datos ya realizados y puestos a disposición, fue necesario utilizar la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para estimar los índices y clases de erosión del suelo, los datos SRTM de 30 metros que permitieron percibir la dinámica de geomorfología y las imágenes satelitales del sensor Landsat 8 para la clase de cobertura vegetal, levantamiento topo-geodésico con el fin de verificar las zonas erosionadas a lo largo de los años. Los resultados mostraron que nuestra zona de estudio tiene muchas líneas de agua superficial que desembocan en ríos con grandes caudales, y se pudo saber que en la zona se tiene un periodo de 9 meses a lo largo de un año de fuertes lluvias, el crecimiento poblacional se da de manera paulatina. a gran escala de manera desordenada, la tala ilegal de árboles y los incendios en las áreas donde se ha practicado la agricultura son los principales elementos para la aparición de grandes quebradas provocadas por la erosión del suelo en esta región.

Palabras clave: Erosión de Suelos. Sistema de Información Geográfica. Cartografía Ambiental.

INTRODUÇÃO

Em condições naturais, as paisagens resultam de um longo e lento processo que envolve o intemperismo das rochas, a formação e erosão geológica do solo. Entretanto, por ocasião da erosão acelerada, principalmente pela acção antrópica, as perdas de solo processam-se em uma velocidade acima das perdas toleráveis de solo, que se refere às taxas aceitáveis de erosão frente ao intemperismo e a pedogénese, resultando na degradação do meio físico. Entre as actividades que mais afectam o ciclo hidros sedimentológico, destacam- se o desmatamento, a agropecuária, a urbanização, a mineração, a construção de estradas, a retificação e o barramento dos cursos de água (BEASLEY, 2007).

O movimento do solo por acção da chuva é um processo complexo, influenciado pela quantidade, intensidade e duração da chuva, natureza do solo, cobertura vegetal, e declividade da superfície do terreno, sendo a interação desses factores determinantes da erosão.

Segundo (CARVALHO, 2003), O processo erosivo começa quando as gotas da chuva atingem a superfície do solo e destroem os agregados, assim, as partículas se soltam, o material desprendido é transportado e depositado em outro local. O solo perde a capacidade de infiltração pela acção de compactação da gota e a taxa de infiltração diminui proporcionalmente ao tamanho da gota.

O processo de salpicamento das partículas do solo por acção das gotas é afectado pelo tamanho da gota, velocidade da queda e pela intensidade da chuva, sendo este processo mais pronunciado em terrenos de maior declividade. A presença de cobertura vegetal diminui o salpicamento e o solo será desprendido em sua maioria pela concentração da enxurrada (COLLISCHONN, 2003).

De acordo com (DENARDINI, 2006), o comportamento diferenciado dos solos ao processo de erosão recebe o nome de erodibilidade. A erodibilidade expressa a susceptibilidade do solo à erosão hídrica e é reflexo dos atributos mineralógicos, químicos, morfológicos e físicos dos solos. Usualmente, devido às suas características intrínsecas, é expressa em termos de índice de erodibilidade, sendo o mais estudado, o factor K da Equação Universal de Perda de Solo.

Dentre os diversos modelos de predição de perdas de solo pela erosão hídrica, a chamada Universal SoilLoss Equation (USLE) de (NOGUEIRA, 2007), é considerado um desenvolvimento de impactos importantes sobre os esforços de conservação do solo, por possibilitar a transferência de tecnologia entre pesquisadores e os usuários (extensionistas e produtores).

Segundo (BERTONI, 2004), adaptaram a USLE às condições brasileiras, mais especificamente às paulistas, a partir de experimentos de campo para parametrização de seus factores nas condições de solo e clima locais, resultando no que passou a ser conhecida como Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), numa tradução directa da expressão USLE. A EUPS, agrupa as variáveis que influenciam a erosão em factores

genéricos de relevo, clima, solo e cobertura vegetal, que se relacionam da seguinte forma da Equação (1).

$$A = R. K. LS. C. P \qquad (1)$$

Onde A representa a perda de solo ($t.ha^{-1}.ano$), R factor de erosividade da precipitação ($MJ.h.ha^{-1}.mm^{-1}$), K factor de erodibilidade do solo ($t.h.MJ^{-1}$), LS factor topográfico, que compreende o comprimento de rampa ou de encosta (L) e a declividade da vertente (S), C factor relativo à cobertura vegetal e P factor de práticas agrícolas conservacionistas, com LS, C e P dimensionais.

Em analogia à EUPS, novos modelos foram desenvolvidos, dos quais se destacam, pela sua ampla difusão e por incluírem a estimativa do material depositado que ocorre nos perfis côncavos e convexos das vertentes, o modelo Erosion Productivity Impact Calculator – EPIC (COLLISCHONN, 2003), que pode ser usado para determinar o efeito de estratégias de manejo agrícola sobre os recursos hídricos e a produtividade de solos, que se baseia em simulação numérica para estimar a erosão do solo, desenvolvido para modelar a distribuição da poluição agrícola no terreno que simula o escoamento superficial e a erosão em microbacias predominantemente agrícolas (BEASLEY, 2007).

METODOLOGIA

Área de estudo escolhida para o desenvolvimento, desta pesquisa, foi o município do Uíge. O município do Uíge é capital da província com o mesmo nome Uíge, está localizado geograficamente limitada entre as coordenadas 14°52›29»E, 14°55›10»E e 07°24›29»S, 07°49›04»S1, a sua área total é de 64.022 km², sendo 12 Km² de área urbana, e sua população é estimada em 1.426.354 pessoas, sendo 698.958 do sexo masculino e 727.398 do sexo feminino. O município está limitado geograficamente a Norte pelo município do Songo, a Nordeste pelo município do Mucaba, a Este pelo município do Bungo, a Sul pelo município do Negage, a Sudoeste pelo município do Quitexe, e a Oeste pelo município de Ambuila. O município do Uíge é o mais populoso, concentrando 35% da população da província tendo uma densidade populacional estimada em 493.529 habitantes.

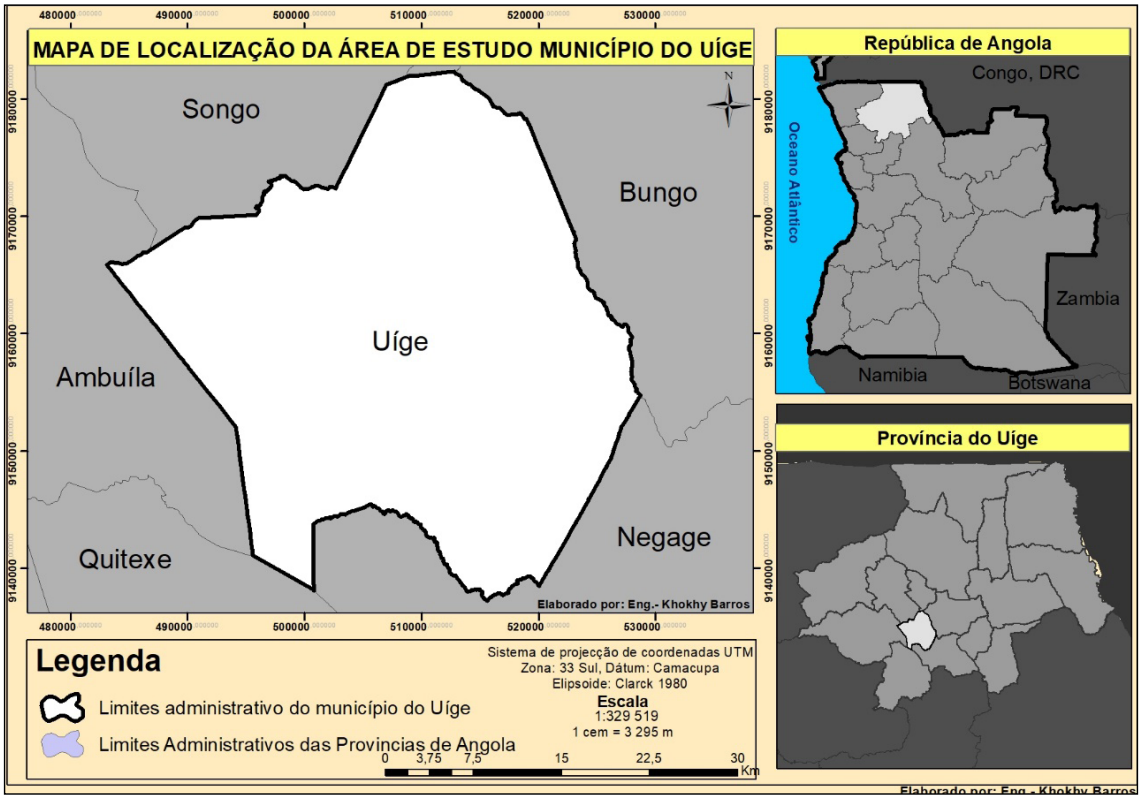


Figura 1. Mapa de localização geográfica do município do Uíge.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada para atingir os objectivos propostos neste trabalho. Na primeira fase, procedeu- se à transformação dos dados iniciais, de modo a que todos os dados possuíssem a mesma referência espacial e a mesma resolução espacial (30 metros), de forma a possibilitar a realização de qualquer tipo de análise espacial. Na segunda, estruturaram-se e definiram-se os critérios para os diferentes dados de entrada de forma a encontrar uma regra de decisão que melhor satisfizesse o nosso objectivo. Para o efeito, foram criadas várias superfícies de atrito, através da aplicação de pesos às variáveis declive do terreno, ocupação do solo e hidrografia. Na terceira fase desta metodologia, procedeu-se à criação de uma superfície de custo distância relativamente aos lugares habitados, no sentido de validar a localização dos locais de registo face à localização da população.

Materiais

- Carta Topográfica, utilizou-se Cartas topográficos que abrangem toda área de estudo, sendo realizada sobre estes todas as tarefas que permitiram obtenção dos dados desejados e sérvio ainda como base para a vectorização.
- Fotografias aéreas, usou-se fotografias aéreas que cobrem toda área de estudo, de onde teve-se de fazer o processo de scâner (conversão de formato) de impresso para digital (*Tiff*).

- Imagens de Satélites, trabalhou-se com as imagens de satélites da referida área, tendo em conta que elas possibilitam obter várias informações que a olho humano não se consegue observar (LANDSAT 8), e os dados de altimetria usou-se os SRTM de 30 metro.
- Softwares, para a convencionarmos o projecto foi preciso basear-se numa linha de Softwares de geoprocessamento adaptáveis com os dados obtidos em campo, no caso apresentado usou-se o QGIS 3.18.

Métodos

Para concepção lógica e organizativa de um trabalho é imprescindível que sigamos uma determinada estrutura metodológica a fim de atingir o real objectivo. A pesquisa desenvolvida neste trabalho, foi com base um método que na qual foram elaboradas as actividades.

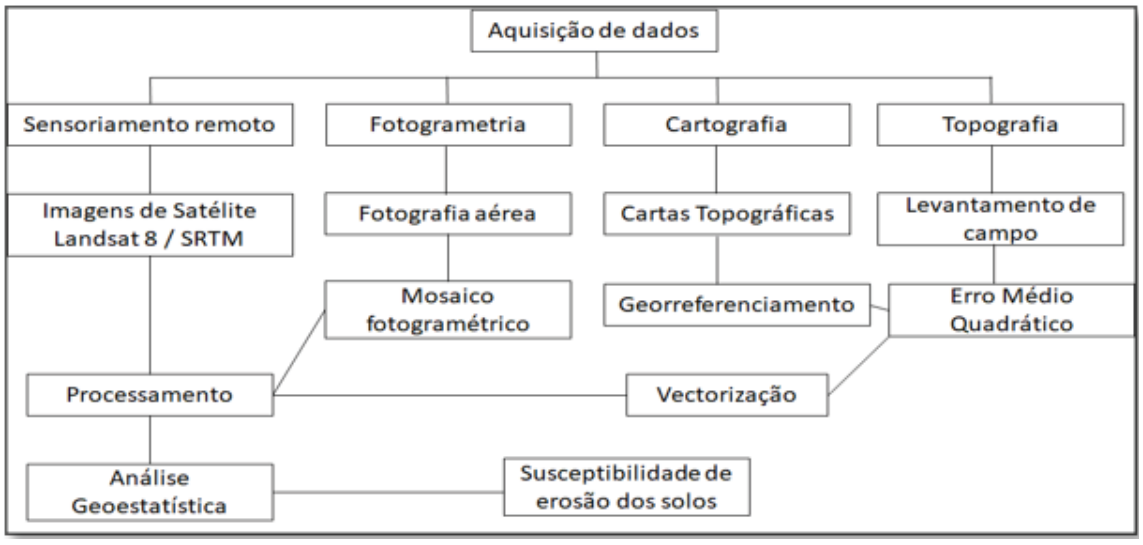


Figura 2. Modelo de conceptual do trabalho.

Para a elaboração do modelo conceptual no presente trabalho, procedeu-se de acordo as técnicas mais actualizadas para resolução de problemas, sobretudo os de natureza geográfica. O modelo conceptual descreve sistematicamente os procedimentos efectuados para a laboração e consequentemente a concretização dos resultados esperados.

O trabalho de campo consistiu nas seguintes etapas:
- Reconhecimento da área de estudo: ambas as etapas foram bastante significativas, permitindo a eliminação de duvidadas relativamente a delimitação da área de estudo, e todo os elementos que fazem parte do projecto;
- Recolha de dados: esta etapa consistiu na recolha de todo o material e dados necessários que permitiram o desenvolvimento do presente trabalho, como intuito de alcançar os fins tão almejados.

Qualidade dos Materiais

Para a elaboração de um trabalho foi necessário fazer a avaliação da qualidade dos materiais que serão utilizados para que se possam prognosticar os resultados e no final saber se os prognósticos cumpriram-se. Sendo assim constatou-se que alguns mapas topográficos se encontram desatualizados, e que acarretavam erros (ocorridos durante o processo de Scannerização).

Tabela 1. Material de apoio ao trabalho.

Mapa	Escala	Ano de Edição	Estado Geral	Formato
Mapa Topográfico	1: 100 000	1986	Desatualizado	Papel
Mapa Topográfico	1: 100 000	1986	Desatualizado	Digital
Levantamento Topográfico	1: 100 000	2020	Bom	Papel

Fonte: Os autores (2020).

Erro Médio quadrático espacial

Para determinação deste erro foram calculadas as coordenadas UTM de 6 pontos na carta e depois as mesmas foram localizadas na carta georreferenciado.

Tabela 2. Coordenadas dos pontos de apoio (UNT) para o ajustamento espacial.

Coordenadas dos pontos da rede geodesica da zona de Estudo(UTM)						
Pontos	**Original**		**Georreferenciados**		**Variação**	
	E	**N**	**E**	**N**	**E**	**N**
Nº 1	714765	8660527	714765.363	8660527.648	0.363	0.648
Nº 2	716976	8637373	716976.720	8637373.885	0.720	0.885
Nº 3	713009	8635487	713009.317	8635487.721	0.317	0.721
Nº 4	701627	8626642	701627.523	8626642.488	0.523	0.488
Nº 5	713594	8620593	713594.665	8620593.843	0.665	0.843
Nº 6	683676	8619258	683676.832	8619258.107	0.832	0.107

Fonte: Os autores (2020).

Achou-se a diferença entre as coordenadas, fazendo o uso da seguinte expressão matemática obtida apartir dos mínimos quadrados, a Equação (2) representa o Erro Médio Quadrático Espacial, Equação (3) representa Erro Médio Quadrático em x, Equação (4) representa Erro Médio Quadrático em y, as fórmulas estão representadas a seguir:

$$E_{MQ} = \sqrt{\frac{Emqx^2 + Emqy^2}{n}} \quad (2)$$

$$E_{mqx} = \sqrt{\frac{\sum(Xmi - Xi)2}{n}} \quad (3)$$

$$E_{mqy} = \sqrt{\frac{\sum(Ymi - Yi)2}{n}} \quad (4)$$

Onde: X_{mi} ; Y_{mi} – Coordenadas da carta;
X_i ; Y_i – Coordenadas da carta georreferenciada;
n – Número de pontos;
i - Índice do ponto.

$$E_{MQ} = \sqrt{\frac{Emqx^2 + Emqy^2}{n}} = \sqrt{\frac{4,221}{6}} = 0,838m \cong 0,083mm$$

Portanto quando $E_{mqx} \neq E_{mqy,}$ que é o caso, em Grenwalt e Schultz (1968), se aconselha a aproximação ao circulo de erro estandarte, que estabelece que, se o quociente Emp.min/ Emq.max, esta entre 0,6 e 1,0, o erro circular estandarte (ao 39% de confiança) pode aproximar-se como $0,5(E_{mqx} + E_{mqy})$.

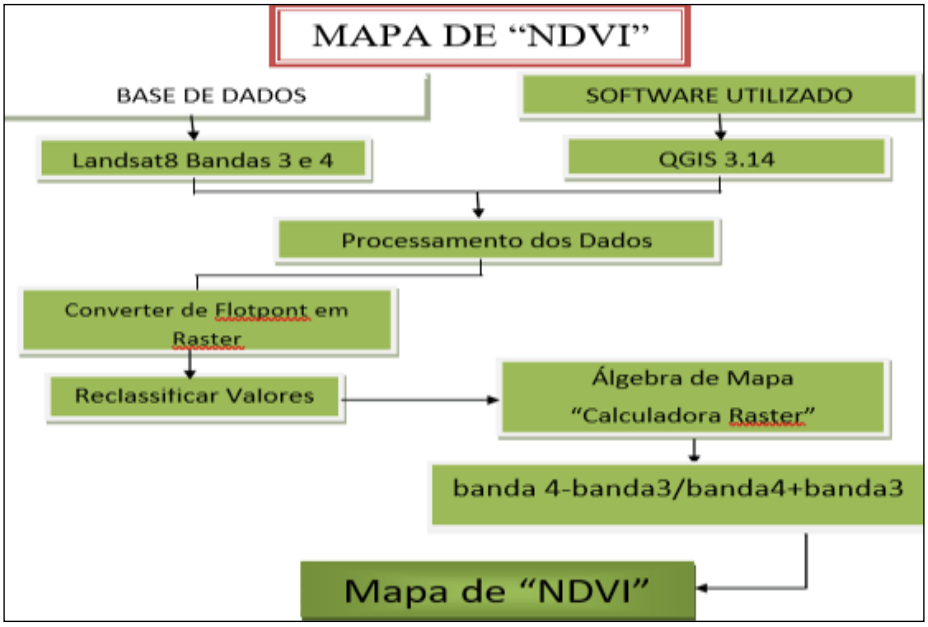
O Erro Médio Quadrático das medições não deve ser superior a 0,4mm a escala do mapa. Então temos que 1cm corresponde 1000m, logo o erro médio quadrático tendo em conta á escala é de cartografia, visto que o Erro Médio Quadrático é inferior ao valor estabelecido pelas exigências cartográficas para tipo de trabalho em questão.

RESULTADOS

Após a fase do trabalho árduo de recolha dos dados e aquisição das imagens e georreferenciadas no determinado sistema de referência geodésico, surge então uma das fazes mais importante para a confeição das informações desejadas, o processo de vectorização dos elementos identificados, que é o processo através do qual se faz a digitalização de todos os elementos desejados que se encontram no mapa de referência. É de salientar que no nosso trabalho apenas foram utilizadas no processo de vectorização a carta topográfica e sobreposto os dados levantados em campo, realçando a zona de estudo.

Segundo (INPE, 2014), relaciona-se com a ausência de uma cultura de ocupação de espaços, desrespeitando as riquezas e diversidades características dos diversos

ecossistemas. Considerando a vegetação, um parâmetro indicador da qualidade ambiental. Para melhor perceber as consequências do uso e ocupação dos solos de maneira não adequada surge a necessidade de se elaborar o mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), como mostra o esquema da Figura 3 a seguir.



Fonte: Adaptado de ROSSI et al. (2012).

Figura 3. Cronograma de elaboração do mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

A Figura 4 apresenta o cronograma que foi utilizado para a concepção do mapa de índice de Vegetação por Diferença Normalizada, onde pode se observar que a fonte foi a base de dados da Agencia Norte Americana de Dados Espacial (NASA), por via dos dados do seus Satélites de observação da terra o Ladsat 8, para tal usou-se o QGIS versão 3.18, por ser uma plataforma da linha de código aberto e por ter muita matéria disponível a explicar de como se pode trabalhar e por apresentar poucas limitações na altura de execução.

Do sensor Landsat 8 usou-se as bandas 3 e 4 por serem do infravermelho próximo e onde a vegetação apresenta-se em maior destaque bem como os corpos de águas existentes na área, efetuou-se a operação de matemática de álgebra de mapa onde foi feito o cálculo das bandas usando a calculadora raster que deu a origem do mapa de NDVI.

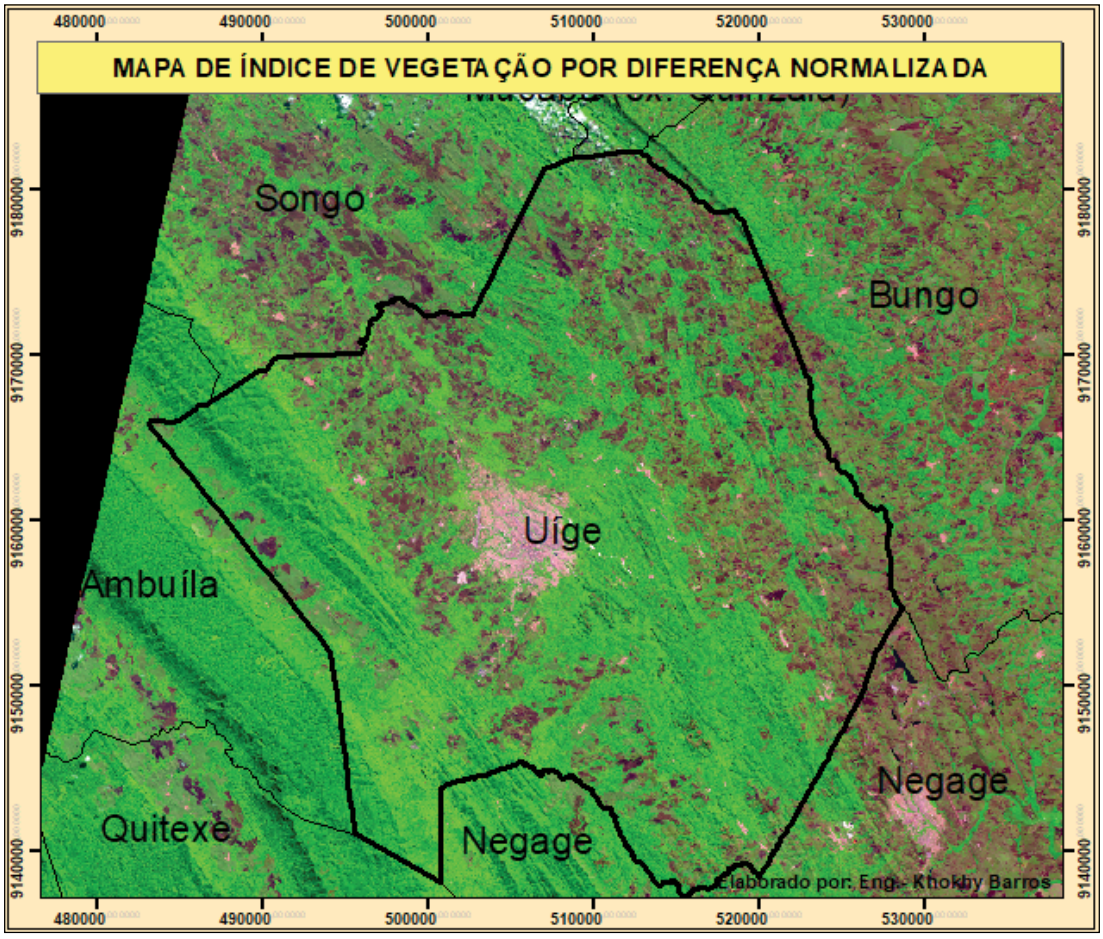


Figura 4. Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área de estudo (Município do Uíge).

No mapa de vegetação, observa-se que a classe de solo exposto apresenta uma área de 4,34 km^2 representando 15,8% da área total, a classe de vegetação apresenta 34,1 km2 com 74,2%, a vegetação predomina nesta área em maior parte, observa-se que as classes de vegetação estão distribuídas na sua maioria em relevo plano a suave ondulado, áreas em sua maioria propensas ao uso agrícola e a sua degradação pelo uso inadequado, pois os solos da área de estudo são facilmente erodíveis.

Aplicação e análise dos SRTM e Estimativa Geoestatística

No processo de inferência espacial tem início com a colheita de uma amostra completa por *n* pontos de dados. É esperado que essa amostra seja representação do fenómeno em estudo, em termos da distribuição e variabilidade espacial (NONATO, 2009).

Para o trabalho utilizou-se a estimativa geoestatística pelo método Krigagem, que é um processo geoestatístico de estimativas de valores de variáveis partilhadas no espaço ou tempo, com base em valores vizinhas quando considerados interdependente pela análise ponderada ou por médias móveis, mas a diferença fundamental é que somente a krigagem apresenta estimativas não tendenciosas e a mínima variância associada ao valor estimado.

A Figura 5 a seguir realça o modelo 3D da nossa zona de estudo, formado a partir de um grid extraído do MDE gerado no processo de interpolação geoestatístico krigagen de proposta de metodologia do nosso trabalho. Podemos observar a sua elevação baixa e acentuada pela topologia de cores.

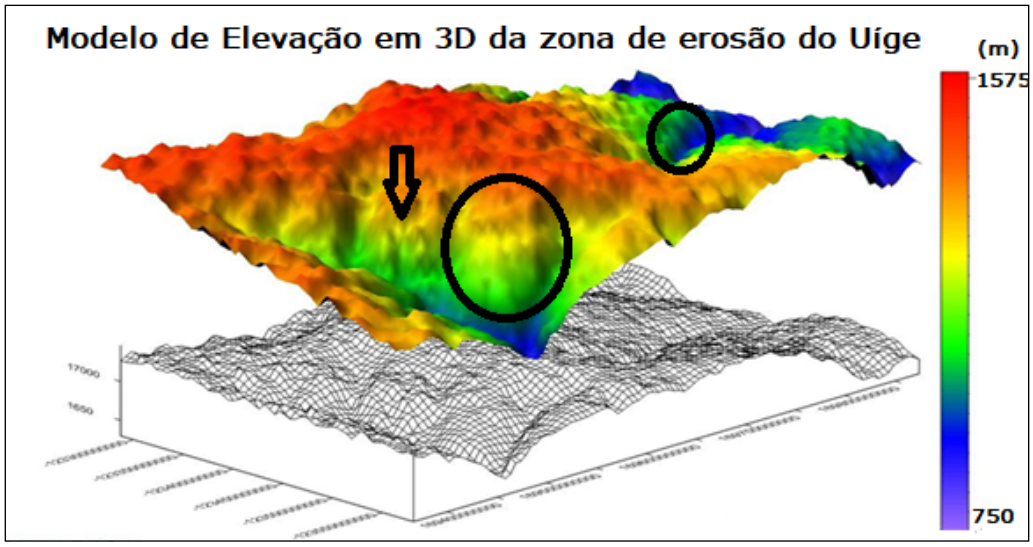


Figura 5. Modelo Digital de Elevação em 3D da zona de estudo (Município do Uíge).

Comportamento da declividade da área de estudo

O conhecimento da declividade do terreno é de carácter importante e primordial na aplicação e interpretação geomorfológica além das questões de planificação, em função de sua estreita relação com processos de transporte gravitacional das partículas solidas no acto de escoamento de erosão e deslizamentos. A declividade é o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, normalmente expressa em ângulo ou em percentagem em modelos digitais de terreno. A Figura 6 expõe o mapa de declividade para a área do Uíge, onde podemos observar que toda área do Uíge apresenta declividade muito alta de (0-3% Relevo Plano), de (3-8% Relevo semi-Ondulado), de (8-20% Relevo Ondulado), de (20-45% Relevo de fortes Ondulações) e de (45-75% Relevo Montanhoso).

A rede hidrográfica podendo ser também dita como área ou região de drenagem de um rio principal e seus afluentes que se apresenta em uma dada região. A porção do espaço em que as águas que se fazem sentir são provenientes das chuvas, montanhas, subterrâneas ou de outros rios escoam em direcção de toda região da área de estudo.

Em termo hidrográfico o município é rico. Formando a partir dela uma estrela de três pontos, sendo a primeira constituída pelo amplo vale do rio huamba e Lumenha que tem ao sul limite geograficamente bem definido com o rio Kwanza.

As outras duas pontas correspondem, uma ao vale do rio Uíge, que é o resultado da confluência dos referidos huamba e Lumenha e é, também a mais curta, pois termina na embocadura do rio Luquiche. A última corresponde ao vale do rio Luege a partir da formação

do maciço da serra da região que se interpõe entre o vale deste rio e do Kwanza e se estende por mais 60 Km até ao Kananga. Existe uma segunda área geograficamente distinta desta constituída pela margem direita do vale do rio Vamba tendo separa-las a serra do Quimbinda.

Conforme a utilização da metodologia que foi traça para o estudo de modo a tingir os resultados com maior exatidão, respectivas foram traçadas algumas etapas do projecto que foi feita à delimitação das áreas de estudo propensas ao escoamento superficial com base nos dados topográficas plani-altimétricas do Modelo Digital do Terreno. A partir do qual foram estriadas as curvas de nível da área de estudo utilizando recursos específicos do software QGIS 3.18. Esta mesmo mapa surgi-o como base para definir as direcções de fluxo da drenagem na área de estudo, permitindo determinar também, os locais onde o escoamento é mais dinâmico e acelerado no processo de erosão dos sedimentos soltos ao longo do corso dos rios como mostra a Figura 6 a seguir.

Determinou-se seis (6) classes de ocupação do solo da área de estudo e três (3) classes de erosão de solos respeitado as deretrizes de tolerâncias para a ter o mapa de susceptibilidade de erosão de solo.

Tabela 3. Classes de ocupação e erosaõ de solo de correspondência com a degradação e seus respectivos valores de ocupação.

Classes de ocupação do solo	Classes de erosão de solo	Valores de ocupação
Corpos de Água	Baixa	1065,34 m^2
Vegetação		11937,93 m^2
Povoações	Média	1987,82 m^2
Forte Vegetação		9588,23 m^2
Solo Exposto	Alta	3737,3 m^2
Povoações		187,3 m^2

Observa-se que na Tabela 4 de degradação que a classe grave com uma área de 3737,3 m^2 representando 0,8% da área total, a classe de forte vegetação moderada grave apresenta 9588,23 m^2 com 7,91%, a classe moderada Corpo de água com 1065,34 m^2 representando 38,89%, a classe baixa vegetação com 11937,93 m^2 equivalendo a 40,8% e a classe muito baixa com 1987,82 m^2 representando a 11,05% da área total.

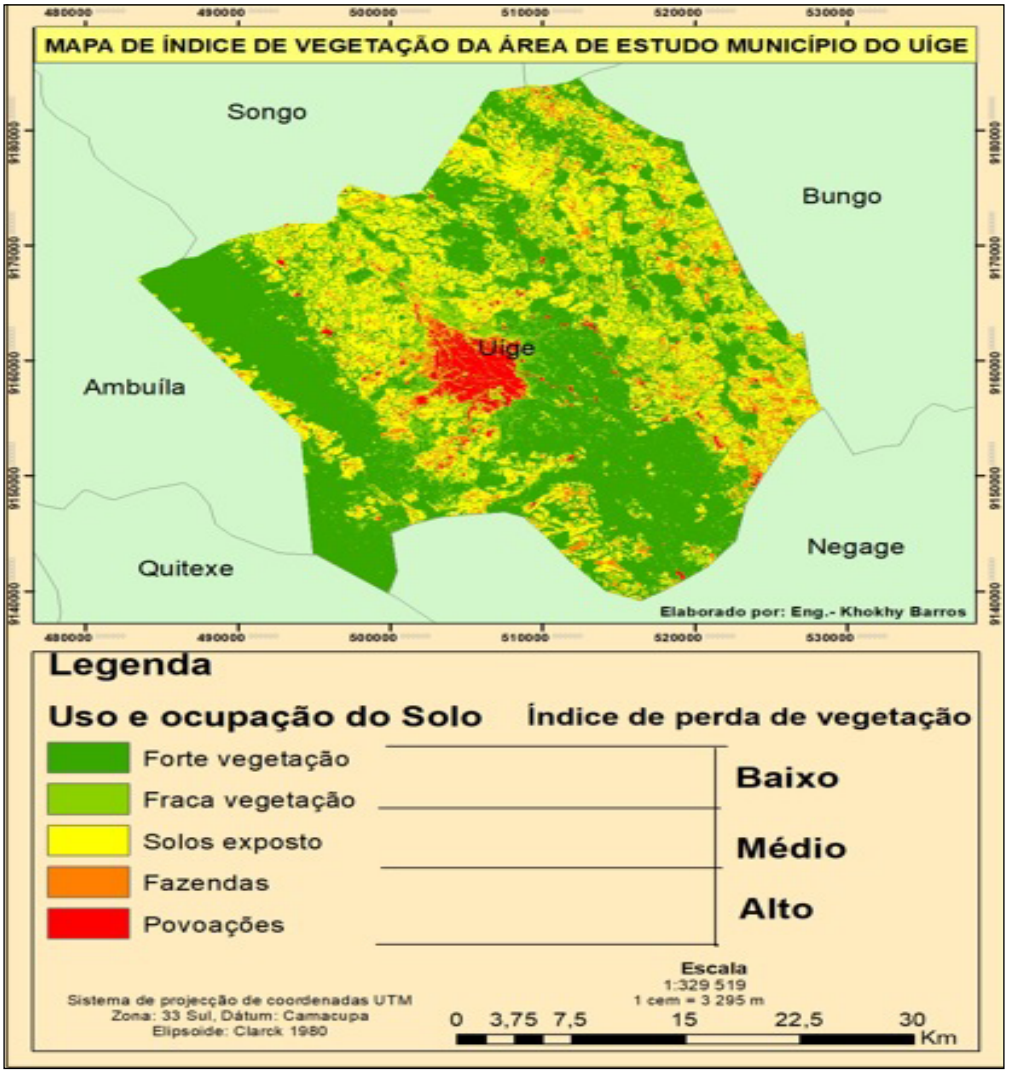


Figura 6. Mapa de Índice de Vegetação e erosão de solos do município do Uíge.

No mapa acima representado foi possível verificar em campo que os tipos de cobertura vegetal representavam cada índice configurado no índice de perda de vegetação, constatou-se que o índice de perda de vegetação "Baixa" corresponde às áreas cobertas pela Floresta forte e fraca vegetação (Mata fechada). O "Médio" apresenta solos expostos, enquanto que a Classe de vegetação "Alta" apresentou-se como áreas desprovidas de vegetação (fazendas e povoações).

A Tabela 4 apresenta a área do índice de perda de vegetação, definidas pelo limiar testado (valor de NDVI correspondente a 0,76) para distinguir a área com floresta das demais classes de cobertura (solo exposto).

Nota-se que houve perda de cerca de 13,77% da área da floresta entre 2000 e 2020.

Tabela 4. Área das classes de cobertura vegetal do município do Uíge.

Classe	Área (mil Km²) 2000	Área (%) 2000	Área (mil Km²) 2020	Área (%) 2020	Dif 2000-2020 (%)
Vegetação	58260	91,4	53738	72,7	- 18,77
Solo exposto	5762	8,6	10884	27,3	+ 18,77

O resultado do mapeamento de mudança da cobertura vegetal (Tabela 2), de acordo com o NDVI, apresenta-se na Tabela 3. Observa-se que no período de 20 anos houve um decréscimo de vegetação da ordem de 18,77% da área total do município do Uíge.



Figura 7. Queimadas realizada para abertura de novas zonas de cultivo na serra do Pingano município do Quitexe.

Com as queimadas o solo fica desprotegido, uma vez que a vegetação o protege do impacto das chuvas, do vento e da erosão. As queimadas são responsáveis pela emissão de milhões de toneladas de nitrogênio para a atmosfera. Esta é uma técnica bastante nociva para os ecossistemas, pois causa um grande desequilíbrio ambiental.

Tabela 5. Área das classes de mudança da cobertura vegetal do município do Uíge.

Classe	Área (mil Km²) 2000	Área (%) 2000	Área (mil Km²) 2020	Área (%) 2020	Dif 2000-2020 (%)
Baixo	6 200	19,47	20 500	33,24	+ 13,77
Média	7 000	24,16	1 700	29,75	+ 05,59
Alta	30 500	56,37	20 000	37,01	- 19,36

No município do Uíge, está localizado a Serra de Pingano, próximo da cidade do Uíge, uma área de inclinações muito alta, rochosa, com quedas de água e diferentes habitats, encontramos a planta que baptizamos com o nome de pinganoensis, em homenagem à própria serra, as investigações científicas da equipa de especialistas da Universidade Kimpa Vita e da Universidade de Dresden, permitiram cadastrar 2.400 espécies de plantas medicinais, bem como identificar outras 820, que aguardam pelo seu registo.

Faltam levantamentos actualizados que cubram os diferentes padrões de vegetação na serra do Pingano, são igualmente necessários levantamentos para confirmar o estado de conservação de espécies como a Swartzia fistuloides (pau ferro), Dalbergia melanoxilum (pau preto) e outras espécies exploradas comercialmente.

CONCLUSÃO

Os sensores remotos nos dias de hoje são das principais ferramentas de aquisição de dados espaciais que revolucionaram toda a forma de ver a superfície terrestre em todos os ângulos, associados os sistemas de informação geográfico, permitem criar metodologias eficazes para responder os desafios que temos encarado com as alterações climáticas.

O estudo mostrou que o município do Uíge apresenta variáveis morfométricas e topográficas para se ter em conta um aumento acelerado de erosão de solos, visto que o processo de aquisição dos dados desenvolvidos neste trabalho foi apropriado para tal conclusão, e possível verificar que há solos expostos em lugares onde tinha uma forte vegetação, motivado de um grande crescimento demográfico e industrial ao longo no município.

A cada dia que se passa a lista de animais e plantas a beira da extinção aumentam consideravelmente ao longo da superfície terrestre, o corte e abate descriminado das arvores as queimadas e à caça, são das principais actividades resultante dos solos expostos que consequentemente face as acções naturais antrópicas dos agentes erosivos, aumentam repentinamente a degradação dos solos.

Quanto a perda da biodiversidade, ainda que não se saiba com exatidão quantas espécies já desapareceram ao longo deste período de desflorestação, por que a perda da biodiversidade é um dos problemas ambientais mais graves que Angola tem estado a vivenciar todos os dias com particularidade na província do Uíge.

REFERÊNCIAS

BEASLEY, Daniel. Answers user's manual. In **Environmental Protection Agency**, de Luis huggins. Chicago: (Report n°. 905/9-82-001), 2007.

BERTONI, João. **Conservação do solo**. 3.ed. De Neto Lombarrdi, 395. São Paulo, 2004.

CARVALHO, Mello de. Abstração inicial da precipitação em microbacia hidrograficas com escoamento efêmero. In **Revista Brasileira de Engenharia Agricola Ambiental**, de Manuel da Silva, 94. Campina Grande: eD.DTREN, 2003.

COLLISCHONN, William. **Simulação hidrológicas de grandes bacias**. Tese

(Doutoramento em Recursos Hidricos E Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande Do Sul: Porto Alegre-RS, 2003.

COLLISCHONN, William. **Simulação hidrológicas de grandes bacias**. Tese (Doutoramento em Recursos Hidricos E Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande Do Sul: Porto Alegre-RS, 2003.

DENARDINI, Jorge Ricardo. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Minas Gerais: Escola Superior de Agricultura Luís DE Queiroz, Piracicaba, 2006.

INPE. Disponível em: <https://glcf.umiacs.umd.edu>. 25 de Maio de 2010. (acedido em 25 de Outobro de 2014).

LIMA, José Mora. **Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG)**. Minas Gerais, 2005.

NOGUEIRA, Perreira Fernando. **Adequação do uso e manejo do solo no planejamento agroambiental sustentado**. Luís Paulo Donzeli, 251. São Paulo, 2007.

NONATO, Julien Fabrício. **Topografia Básica Escala e Desenho Topográfico**.Estado Federal do Ceará, 2012.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4001

LEVANTAMENTO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO E DESLIZAMENTOS NA CIDADE DE SÃO JOÃO DEL-REI NO PERÍODO DE 1774 A 2021

HISTORICAL-GEOGRAPHICAL SURVEY OF FLOOD AND LANDSLIDE EVENTS IN THE CITY OF SÃO JOÃO DEL-REI FROM 1774 TO 2021

RELEVAMIENTO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO DE INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN LA CIUDAD DE SÃO JOÃO DEL-REI DE 1774 A 2021

André Barbosa Ribeiro Ferreira[1]
Andréa Aparecida Zacharias[2]
Francielle da Silva Cardozo[3]
Bráulio Magalhães Fonseca[4]

RESUMO: Os fenômenos das inundações e deslizamentos sempre existiram; no entanto, atualmente têm sido retratados com maior frequência, pois quando ocorrem, causam maior destruição devido à ocupação humana de áreas a eles suscetíveis. A cidade de São João del-Rei pode ser considerada um exemplo desse modelo de ocupação, pois originou-se nas margens dos rios e se expandiu pelas encostas. Diante dessa característica da posição da cidade, historicamente São João del-Rei enfrenta problemas relacionados a inundações e deslizamentos, os quais ocasionam prejuízos econômicos e sociais e são objetos de estudos que vão desde a geomorfologia até a percepção do perigo. Todavia, nota-se nesses trabalhos a ausência de um levantamento histórico detalhado e robusto que reforce a importância dos estudos, permitindo, também, sua validação. Considerando essa necessidade, o objetivo deste artigo é efetuar um inventário secular dos eventos de inundação e de deslizamento na cidade de São João del-Rei, de modo a contribuir com futuros estudos de gestão territorial, além de políticas de prevenção e planejamento urbano.

1 Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro e Pesquisador Visitante no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3041-4012. E-mail: andreribeirogeo@gmail.com.
2 Profª. Drª. da Universidade Estadual Paulista – UNESP Campus Ourinhos e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP – Campus Rio Claro. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9992-7927. E-mail: andrea@ourinhos.unesp.br.
3 Profª. Drª. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4775-4649. E-mail: franciellecardozo@ufsj.edu.br.
4 Prof. Dr. do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2282-8568. E-mail: brauliomagalhaes@gmail.com.

Agradecimentos: "O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88882.434000/2019-1; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) – Processo n.º 158062/2021-3 e Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida."

Artigo recebido em março de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

Palavras-chave: Inventário. Desastre. Águas Urbanas.

ABSTRACT: The phenomena of floods and landslides have always existed, however, currently, they are portrayed more frequently and, when they occur, they cause greater destruction due to human occupation of areas susceptible to them. The city of São João del-Rei can be considered an example of this occupation model, as it originated on the banks of rivers and expanded along the slopes. Given this characteristic of the city's position, historically São João del-Rei faces problems related to floods and landslides, which cause economic and social damage and are objects of studies ranging from geomorphology to the perception of danger. However, it is noted in these works the absence of a robust historical survey that reinforces the importance of the studies and also allows their validation. Considering this need, the objective of this article is to carry out a centuries-old inventory of flooding and landslide events in the city of São João del-Rei, in order to justify and contribute to future studies, prevention policies and urban planning.

Keywords: Inventory. Disaster. Urban Waters.

RESUMEN: Los fenómenos de inundaciones y deslizamientos de tierra siempre han existido, sin embargo, en la actualidad, se retratan con mayor frecuencia Y, cuando ocurren, la ocupación humana causa un daño aún más acentuado. La ciudad de São João del-Rei puede considerarse un ejemplo de este modelo de ocupación, ya que se originó en las riberas de los ríos y se expandió por las laderas. Dada esta característica de la posición de la ciudad, históricamente São João del-Rei enfrenta problemas relacionados con inundaciones y deslizamientos de tierra, que causan daños económicos y sociales y son objeto de estudios que van desde la geomorfología hasta la percepción de peligro. Sin embargo, se nota en estos trabajos la ausencia de un levantamiento histórico robusto que refuerce la importancia de los estudios y también permita su validación. Teniendo en cuenta esta necesidad, el objetivo de este artículo es realizar un inventario centenario de eventos de inundaciones y deslizamientos de tierra en la ciudad de São João del-Rei, con el fin de justificar y contribuir a futuros estúdios, políticas de prevención y planificación urbana.

Palabras-clave: Inventario. Desastre. Aguas urbanas.

INTRODUÇÃO

A presença de água sempre foi fator determinante na origem e no desenvolvimento de civilizações. Na Mesopotâmia, no Egito e depois nas cidades europeias, a partir da Idade Média, os rios foram precursores e condutores da estruturação social, bem como o desenvolvimento de técnicas de cultivo, abastecimento e comércio (MARCONDES, 1999).

Entretanto, devido ao crescimento populacional e ao surgimento de filosofias homocêntricas, as diferentes civilizações assumiram uma postura de hegemonia sobre a paisagem que subsidiou sua formação (MELO, 2005). Assim, os rios passaram a sofrer,

inexoravelmente e frequentemente, os impactos do crescimento da cidade. Simultaneamente, perderam seu papel como elemento natural da paisagem (BAPTISTA; CARDOSO, 2013), tornando-se parte da paisagem urbana e dos conflitos que nela ocorrem.

No Brasil, a história não foi diferente. Muitas cidades coloniais surgiram às margens dos rios (COSTA, 2006). Outras, como as cidades do ouro, formaram-se agregando a topografia aos cursos d'água, pois quando os metais rareavam nos leitos dos rios, elas subiam a encosta (RISÉRIO, 2013).

Baseado nesse modelo de ocupação das cidades auríferas do século XVII, São João del-Rei nasceu como vila e entreposto comercial. Conforme Pereira (2011), as cidades interioranas desse período se formaram desprovidas de diretrizes ou planos específicos, estabelecendo-se conforme as necessidades impostas pela natureza e extração mineral (PEREIRA, 2011).

Desse modo, o sítio urbano de São João del-Rei foi fixado entre as encostas da Serra do Lenheiro, o vale do córrego de mesmo nome e, posteriormente, expandiu-se em direção ao Ribeirão Água Limpa, Rio das Mortes e Várzea do Marçal.

Semelhantemente ao supracitado, com o tempo, as mesmas águas e encostas que produziram parte da riqueza da cidade do século XVIII, tornaram-se sinônimo de perigo à população que ocupou de forma indevida suas imediações. Isso ocorre porque essas paisagens são naturalmente suscetíveis às dinâmicas de planície e encosta, como inundações e deslizamentos.

Assim, factualmente, esses processos fizeram-se presentes na formação histórica da cidade de São João del-Rei. Porém, atualmente, a ocupação desmedida e sem planejamento agrava e torna recorrente os desastres causados por inundações e deslizamentos, configurando-se em um perigo à população local.

Diante da importância do tema, diversos trabalhos discorrem sobre o problema das inundações e deslizamentos em São João del-Rei, sendo o segundo processo em menor parte, dado que é menos recorrente. Exemplos desses trabalhos são: Zacharias et al. (2021); Santos e Ventorini (2018; 2017); Possa e Ventorini (2014); Leão et al. (2013).

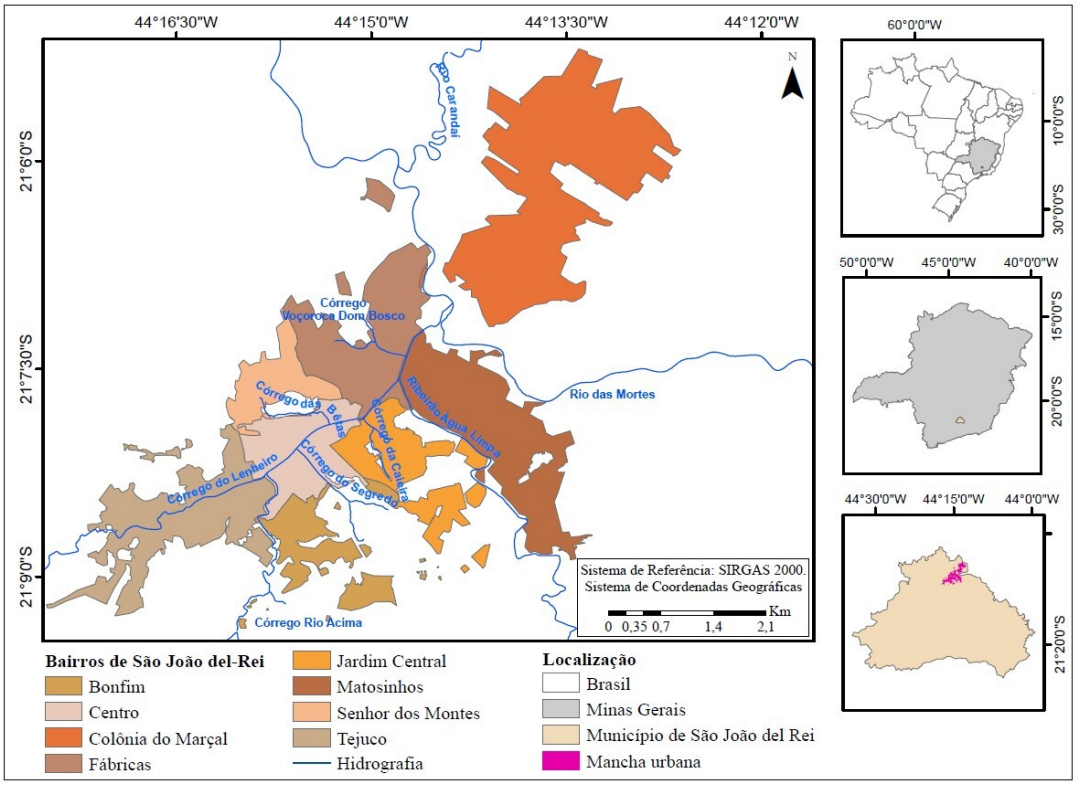
Essas pesquisas baseiam-se na elaboração de modelos, cenários atuais e futuros, os quais possuem grande relevância e podem alicerçar políticas de planejamento e gestão do território. Todavia, mesmo com contribuições relevantes, acredita-se que recorrer ao passado para entender o presente, na perspectiva de elaborar um inventário da ocorrência das inundações e dos deslizamentos, pode corroborar a importância dos referidos estudos, a fim de justificá-los perante as instituições. Nesse sentido, Zacharias (2010) e Zacharias e Ventorini (2021) consideram que as pesquisas relacionadas ao inventário espacial-temporal dos fenômenos socioambientais, como inundações e deslizamentos, possibilitam, além do registro do passado, o entendimento do presente e a previsão do futuro, pois fundamentam a elaboração de modelos indicadores que relacionam os fenômenos às diferentes tendências e formas de ocupação.

A partir desse argumento, este artigo tem como objetivo apresentar um inventário da ocorrência secular de processos relacionados à dinâmica das águas urbanas e das encostas que compõem a paisagem urbana de São João del-Rei.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de São João del-Rei está localizado na região centro-sul do estado de Minas Gerais, tendo a sede municipal entre coordenadas geográficas 44º15’00’’W e 21º7’30’’S (Figura 1). A população municipal estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) é de 90.897 e majoritariamente urbana. O histórico de formação do núcleo populacional data do final do século XVII e está relacionado à busca e exploração mineral do período (IBGE, 2021).



Fonte: Autores (2022).

Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo.

A geomorfologia peculiar de São João del-Rei compõe, inicialmente, a formação histórica da cidade que, por diversos autores, é descrita como encravada entre vales e encostas, os quais são elementos referenciais da formação do núcleo urbano (BRASILERO, sd). Atualmente, o sítio urbano estende-se entre encostas da Serra do Lenheiro e, também, de parte da Serra de São José, áreas que correspondem às maiores elevações altimétricas da cidade, aproximadamente 1.025 m. Já as áreas mais rebaixadas e aplainadas estão localizadas a cerca de 883 m de altitude, próximo à confluência entre o Ribeirão Água Limpa e o Rio das Mortes, sendo o primeiro tributário do segundo.

A bacia do Rio das Mortes, a qual o município de São João del-Rei está parcialmente inserido e o núcleo urbano totalmente, possui 6.606,41 km² e integra 36 municípios. Já

a microbacia que o integra, a do Ribeirão Água Limpa, possui área de 98 km², dos quais 10% são caracterizados por uso urbano.

A posição geográfica da cidade, as características pluviométricas do verão chuvoso, com precipitações médias de 750 mm entre dezembro e fevereiro (BARUQUI et al., 2006), e o uso desordenado da terra, tornam-se fatores favoráveis à ocorrência de desastres ocasionados por inundações e deslizamentos.

Materiais e Métodos

O levantamento temporal das inundações e deslizamentos compreendeu o período de 1774 a 2021, ou seja, da formação de São João del-Rei até o último ano. Contudo, é necessário ressaltar que, por se tratar de 247 anos desde o primeiro registro até então, acredita-se que o número de ocorrências seja superior ao total aqui apresentado, pois as informações disponíveis costumam ser raras e descontínuas.

Para o inventário, foram efetuadas buscas em acervos, bibliotecas digitais e físicas, tais como Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional, Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida, Defesa Civil Municipal, Plano de Contingência, Relatórios de Constatação da Defesa Civil, notícias publicadas em sites e grupos sólidos de Facebook, como Pop-News e Associação dos Moradores e Amigos de São João del-Rei.

Na busca em plataformas digitais utilizou-se como filtro algumas palavras-chave: primeiramente, São João del-Rei, em suas diversas variações de escrita; posteriormente, nos jornais que continham o nome da cidade, foram pesquisados: Lenheiro, Rio das Mortes, Água Limpa, Colônia do Marçal, enxurrada, enchente, inundação, alagamento, transbordamento, canalização, chuva, desastre, deslizamento, escorregamento e desabamento. Já no acervo físico, utilizou-se como filtro os meses chuvosos, ou seja, os meses de outubro a março de cada ano em que existem jornais e revistas.

RESULTADOS

O primeiro relato relacionado à dinâmica das águas em São João del-Rei data de 1774. Segundo Maldos (2000), já no século XVIII, durante as estações chuvosas, áreas próximas ao Largo de São Francisco eram afetadas por inundações e enxurradas.

Conforme o autor (Op.Cit), das encostas da então vila, desciam uma série de córregos e existiam, nas imediações da igreja de São Francisco, charcos, o que infere a ocorrência de solos mal drenados e alagadiços.

Próximo a essa área, localiza-se o Córrego do Lenheiro, o qual Laet (1993) descreveu em meados do século XIX, como grandioso em suas enchentes:

> [...] quem olha para o riacho minguado em águas, mal compreende por que tão elevadas se fizeram as arcarias [...]. O ribeiro, por ocasião das enxurradas, faz-se torrente e mesmo rio. Em sua carreira vertiginosa arrebataria obstáculos com que menos resistência lhe afrontassem o ímpeto (LAET, 1993, p. 20).

Guimarães (1963) justifica a ocorrência desses processos ao explicar que, a bacia do Lenheiro, com raio aproximado de 3 km, é composta por terrenos majoritariamente impermeáveis. Por isso, duas horas de chuva tornam o rio impetuoso e capaz de transportar pedras e troncos.

De modo semelhante, Fleury (1912, *apud* SACRAMENTO, 2010) descreveu o Ribeirão Água Limpa, o qual o Lenheiro é tributário. Para o autor (Op.Cit.), o rio possui um regime eminentemente torrencial, alto gradiente hipsométrico e solos pouco permeáveis devido à floresta rarefeita. Com isso, durante eventos pluviométricos, escoa rapidamente e ocasiona enchentes súbitas e colossais.

O mesmo ocorre com o Rio das Mortes, que recebe o Água Limpa e, tal como ele e o Lenheiro, enche rapidamente e forma enchentes extraordinárias (GUIMARÃES, 1963). Esse rio pode ser considerado um divisor natural do sítio urbano de São João del-Rei. Em sua margem esquerda destacam-se declividades elevadas, erosão acentuada e áreas de inundação no fundo do vale do Lenheiro e Água Limpa. À direita, predomina topografia aplainada, parcos processos erosivos e baixas declividades (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984).

Dentre as peculiaridades da margem direita do Rio das Mortes, destaca-se "a planura do terreno" (LAET, 1993) da Várzea do Marçal, atual bairro Colônia do Marçal. A área parte do sopé da Serra de São José em direção ao Rio das Mortes e ao Rio Carandaí, onde a declividade chega a 1%.

A Várzea do Marçal foi cotada como sítio de instalação da nova capital mineira no final do século XIX. Entretanto, não foi selecionada, e um dos motivos foi a discordância técnica quanto às condições de estabilidade e capacidade de drenagem do terreno. Além disso, presumia-se a posição superficial do lençol freático na área, o que demandava prudência (LAET, 1993; MINAS GERAES, 1893).

A partir dessa narrativa, observa-se que a leitura da paisagem local e da dinâmica das águas que a perpassam não é recente, tampouco as constatações e inferências relacionadas às cheias dos rios e condições dos terrenos.

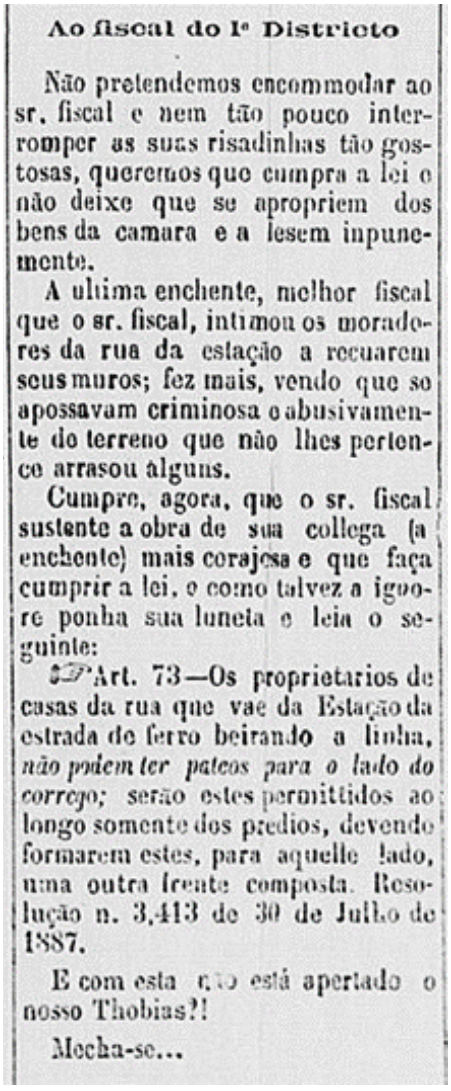
Desse modo, entende-se de modo geral que, a cidade São João del-Rei cresceu entre planícies de inundação, terrenos mal drenados e encostas com tendências a processos erosivos acelerados e deslizamentos. São essas as características que condicionam (intensificados pela urbanização) o problema secular das inundações (Figura 2) e, em menor ocorrência, os processos de vertente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 2. Linha do tempo de registros de inundações em São João del-Rei.

Registros históricos do final do século XIX confirmam a ocorrência de inconvenientes causados pelas inundações. Em dezembro de 1888, a água destruiu muros na rua da estação ferroviária (Figura 3), supostamente a atual Rua Antônio Rocha ou Rua Hermílio Alves (Figura 4) (ARAUTO DE MINAS, 1888).



Ao fiscal do 1º Districto

Não pretendemos encommodar ao sr. fiscal e nem tão pouco interromper as suas risadinhas tão gostosas, queremos que cumpra a lei e não deixe que se apropriem dos bens da camara e a lesem impunemente.

A ultima enchente, melhor fiscal que o sr. fiscal, intimou os moradores da rua da estação a recuarem seus muros; fez mais, vendo que se apossavam criminosa e abusivamente do terreno que não lhes pertence arrasou alguns.

Cumpre, agora, que o sr. fiscal sustente a obra de sua collega (a enchente) mais corajosa e que faça cumprir a lei, e como talvez a ignore ponha sua luneta e leia o seguinte:

☞Art. 73—Os proprietarios de casas da rua que vae da Estação da estrada de ferro beirando a linha, *não podem ter pateos para o lado do corrego;* serão estes permittidos ao longo somente dos predios, devendo formarem estes, para aquelle lado, uma outra frente composta. Resolução n. 3,413 de 30 de Julho de 1887.

E com esta não está apertado o nosso Thobias?!

Mecha-se...

Fonte: Jornal Arauto de Minas (1888).

Figura 3. Correnteza causou estragos.

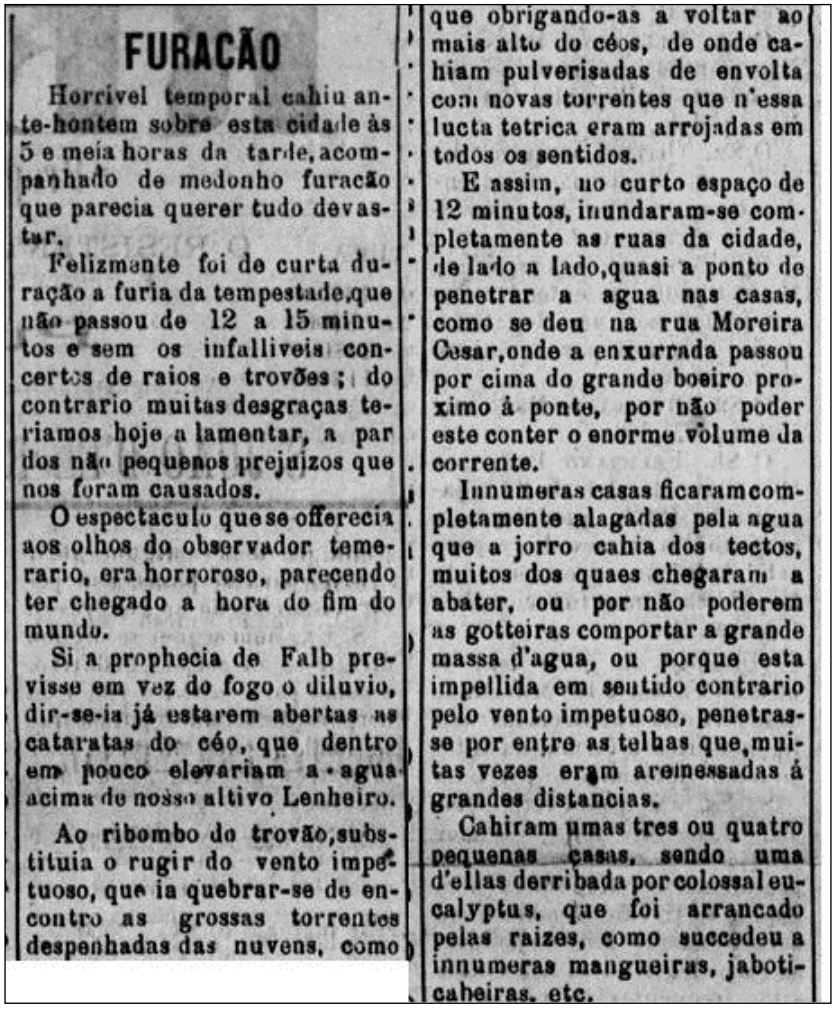


Figura 4. Ruas Antônio Rocha e Hermílio Alves, São João del-Rei.

Nesse período, a ocorrência desses fenômenos e das chuvas torrenciais já despertava a atenção de estudiosos. Em 1899, sob o título "As chuvas em São João del-Rei", o jornal O Resistente publicou uma análise comparativa do volume da água do Córrego do Lenheiro no período de estiagem (junho de 1896) e durante uma chuva de cinco horas (72 mm) ocorrida em 12 de novembro de 1895. A notícia baseou-se no estudo do engenheiro Álvaro Astolfo da Silveira (1986), publicado no "Boletim n.4 da Commissão Geographica de Minas Geraes".

Esses dados foram obtidos por meio de uma estação pluviométrica local e aferições de vazão, as quais permitiram inferir que "se a chuva se fez uniformemente em toda bacia, o que não é difícil, mas sim, muito provável [...], no dia 12 de novembro, entre 14h e 18h, foram 1.925.000.000" de litros d'água recebidos. Considerando que nesse período a calha do Córrego do Lenheiro já se encontrava entre muretas, a vazão foi de 29.400 litros por segundo, 72 vezes maior do que no período de estiagem (SILVEIRA, 1896). Desse modo, o Lenheiro tornou-se "um verdadeiro rio caudaloso [...] e de grande correnteza em virtude da declividade do leito" (O RESISTENTE, 1899a).

No mesmo ano (1899), o referido jornal publicou uma nota com o título "Furação" (Figura 5). Esta descreve que 12 minutos de chuva intensa foi o suficiente para o Lenheiro transbordar, inundar ruas e casas, as quais ficaram cobertas de água até a altura do teto (O RESISTENTE, 1889b). A Rua Moreira César mencionada na reportagem corresponde a atual Rua Arthur Bernardes (Figura 6), área tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.



FURACÃO

Horrivel temporal cahiu ante-hontem sobre esta cidade às 5 e meia horas da tarde, acompanhado de medonho furacão que parecia querer tudo devastar.

Felizmente foi de curta duração a furia da tempestade, que não passou de 12 a 15 minutos e sem os infalliveis concertos de raios e trovões; do contrario muitas desgraças teriamos hoje a lamentar, a par dos não pequenos prejuizos que nos foram causados.

O espectaculo que se offerecia aos olhos do observador temerario, era horroroso, parecendo ter chegado a hora do fim do mundo.

Si a prophecia de Falb previsse em vez do fogo o diluvio, dir-se-ia já estarem abertas as cataratas do céo, que dentro em pouco elevariam a agua acima de nosso altivo Lenheiro.

Ao ribombo do trovão, substituia o rugir do vento impetuoso, que ia quebrar-se de encontro as grossas torrentes despenhadas das nuvens, como que obrigando-as a voltar ao mais alto do céos, de onde cahiam pulverisadas de envolta com novas torrentes que n'essa lucta tetrica eram arrojadas em todos os sentidos.

E assim, no curto espaço de 12 minutos, inundaram-se completamente as ruas da cidade, de lado a lado, quasi a ponto de penetrar a agua nas casas, como se deu na rua Moreira Cesar, onde a enxurrada passou por cima do grande boeiro proximo á ponte, por não poder este conter o enorme volume da corrente.

Innumeras casas ficaram completamente alagadas pela agua que a jorro cahia dos tectos, muitos dos quaes chegaram a abater, ou por não poderem as gotteiras comportar a grande massa d'agua, ou porque esta impellida em sentido contrario pelo vento impetuoso, penetrasse por entre as telhas que, muitas vezes eram arremessadas á grandes distancias.

Cahiram umas tres ou quatro pequenas casas, sendo uma d'ellas derribada por colossal eucalyptus, que foi arrancado pelas raizes, como succedeu a innumeras mangueiras, jaboticabeiras, etc.

Fonte: O Resistente (1899b).

Figura 5. "Furação".



Fonte: Autores (2021).

Figura 6. Rua Arthur Bernardes, antiga Rua Moreira César.

Em 18 de janeiro de 1917, uma criança morreu e três pessoas ficaram desaparecidas após a ocorrência de inundações em São João del-Rei (Figura 7). Durante o evento, quarteirões inteiros desmoronaram (O PHAROL, 1917), possivelmente pela saturação ou abatimento do solo. O prejuízo econômico foi superior a 100 mil contos de réis, e a conversão atual desse valor para o Real (R$) corresponderia a 12,3 milhões, considerando que um conto de réis equivaleria a, aproximadamente, R$ 123 mil (HI7.com, *on-line*).



Temporal em

São João d'El-Rey

Prejuizos enormes — Morre uma creança — Tres pessoas desapparecidas.

BELLO HORIZONTE, 18—Chegam noticias de grande temporal desabado sobre São João d'El-Rey. Os ribeirões Rio Acima e Lenheiro extravazaram, invadindo as ruas e destruindo casas. Ao que se sabe foram carregadas pelo Lenheiro cinco pontes, estando entre estas a metallica, inaugurada em 1910. Duas outras e o pontilhão da Oéste foram damnificados.

No bairro chamado Tijuco ha 50 casas desmoronadas e foi destruido o serviço de canalização d'agua entre a ponte da cadeia e o theatro.

Familias innumeras estão sem tecto e vão sendo agasalhadas nas casas não attingidas, nos hospitaes e albergues que se improvizam.

Morreu uma creança e faltam noticias de tres pessoas.

O dr. Odilon de Andrade telegraphou ao governo pedindo auxilios para promptos soccorros. Este respondeu promettendo as medidas que se fazem precisas.

SÃO JOÃO D'EL-REY, 18—A enchente do ribeiro Lenheiro é extraordinaria

Em Tijuco, quarteirões inteiros desabaram. Em outros pontos tambem o mesmo succedeu. Varias pontes de ferro foram levadas,como a rampa da cadeia e o cáes

Ha victimas. Appareceu um cadaver.

O prejuizo é superior a . . . . . 100:000$000

Receiam-se maiores desastres.

Atual Ponte Metálica

Fonte: O Pharol (jornal), 1917 – Adaptado.

Figura 7. Temporal em São João del-Rei.

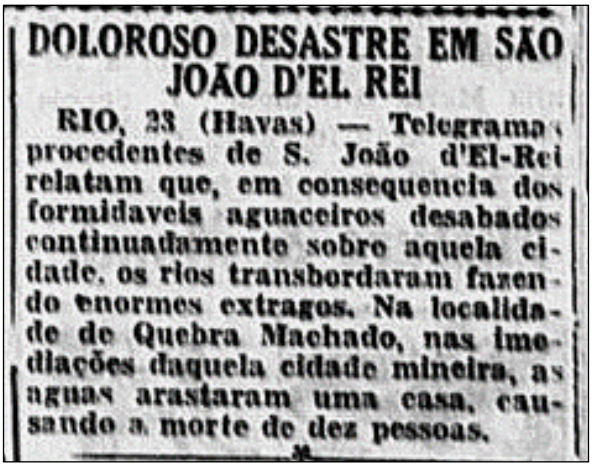
Do mesmo modo, em 1919, as inundações causaram a destruição de pontes, sobretudo na área de confluência do Córrego do Lenheiro com o Ribeirão Água Limpa (Figura 8) (NETO; RAMALHO; SACRAMENTO, s.d).



Fonte: NETO; RAMALHO; SACRAMENTO, s.d. Edição: Autores (2022).

Figura 8. Enchente de 1919 e cenário atual.

Segundo o Jornal Lavoura e Comércio (1935), em fevereiro de 1935, as inundações resultaram em "desastre" em São João del-Rei. Durante esse evento, uma casa foi arrastada pela correnteza do rio e 10 pessoas morreram (Figura 9).



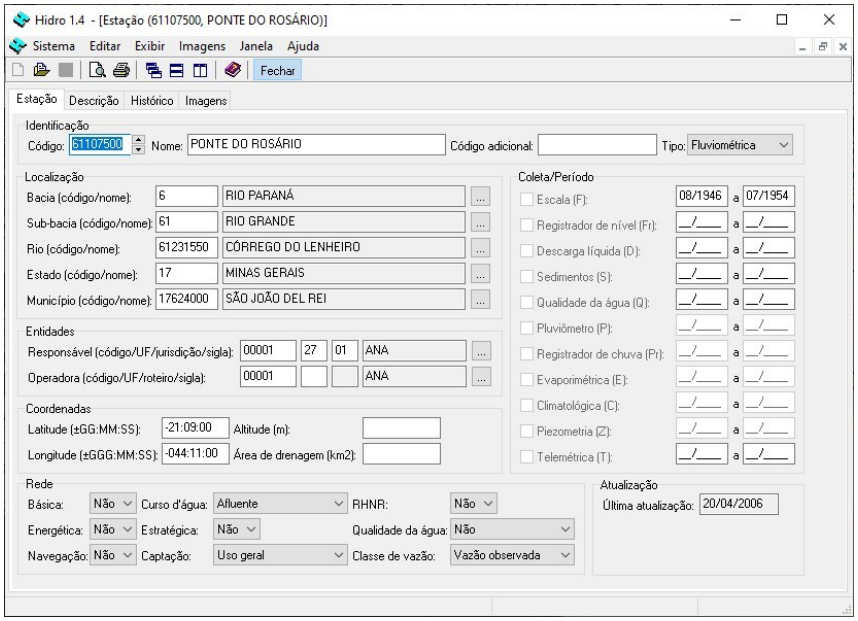
DOLOROSO DESASTRE EM SÃO JOÃO D'EL REI

RIO, 23 (Havas) — Telegramas procedentes de S. João d'El-Rei relatam que, em consequencia dos formidaveis aguaceiros desabados continuadamente sobre aquela cidade, os rios transbordaram fazendo enormes extragos. Na localidade de Quebra Machado, nas imediações daquela cidade mineira, as aguas arrastaram uma casa, causando a morte de dez pessoas.

Fonte: Lavoura e Comércio, 1935.

Figura 9. Desastre em São João del-Rei.

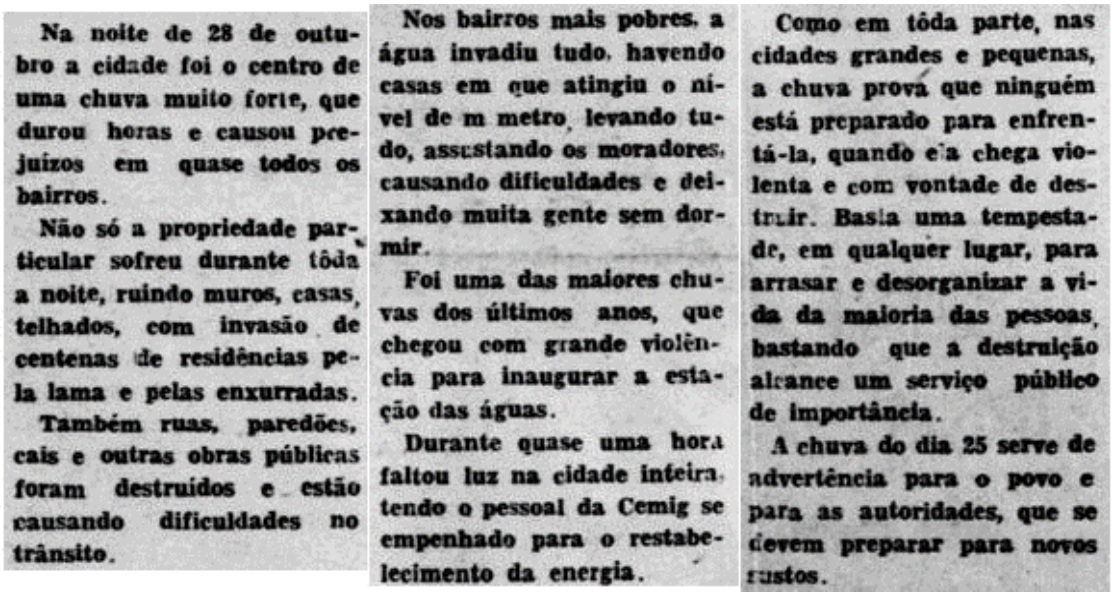
Infere-se que, devido aos recorrentes eventos desastrosos, em agosto de 1946, foi instalada uma estação fluviométrica no Córrego do Lenheiro, ao que indica, próximo à Ponte do Rosário (Figura 10). Porém, a localização exata não é detalhada e não há registros dos níveis de vazão. O monitoramento foi cessado 12 anos depois e, conforme informação obtida por meio de contato com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), não consta no inventário o motivo da desativação.



Fonte: ANA (2021).

Figura 10. Registro da Estação Fluviométrica do Córrego do Lenheiro.

Ainda sobre as inundações, em 28 outubro de 1969, sob o título "Chuva brava", o Jornal Ponte da Cadeia (1969) publicou que centenas de casas foram invadidas por água, enxurrada e lama (Figura 11). A notícia ressalta o despreparo para o enfrentamento do fenômeno. Segundo Lopes e Souza (2012), Filho, Feitosa e Rocha (2014) e Medeiros (2019), as cidades, no geral, não estão preparadas para lidar com eventos naturais extremos, tampouco com seus impactos, caracterizando a situação de risco ambiental.



Na noite de 28 de outubro a cidade foi o centro de uma chuva muito forte, que durou horas e causou prejuízos em quase todos os bairros.

Não só a propriedade particular sofreu durante tôda a noite, ruindo muros, casas, telhados, com invasão de centenas de residências pela lama e pelas enxurradas.

Também ruas, paredões, cais e outras obras públicas foram destruídos e estão causando dificuldades no trânsito.

Nos bairros mais pobres, a água invadiu tudo, havendo casas em que atingiu o nível de m metro, levando tudo, assustando os moradores, causando dificuldades e deixando muita gente sem dormir.

Foi uma das maiores chuvas dos últimos anos, que chegou com grande violência para inaugurar a estação das águas.

Durante quase uma hora faltou luz na cidade inteira, tendo o pessoal da Cemig se empenhado para o restabelecimento da energia.

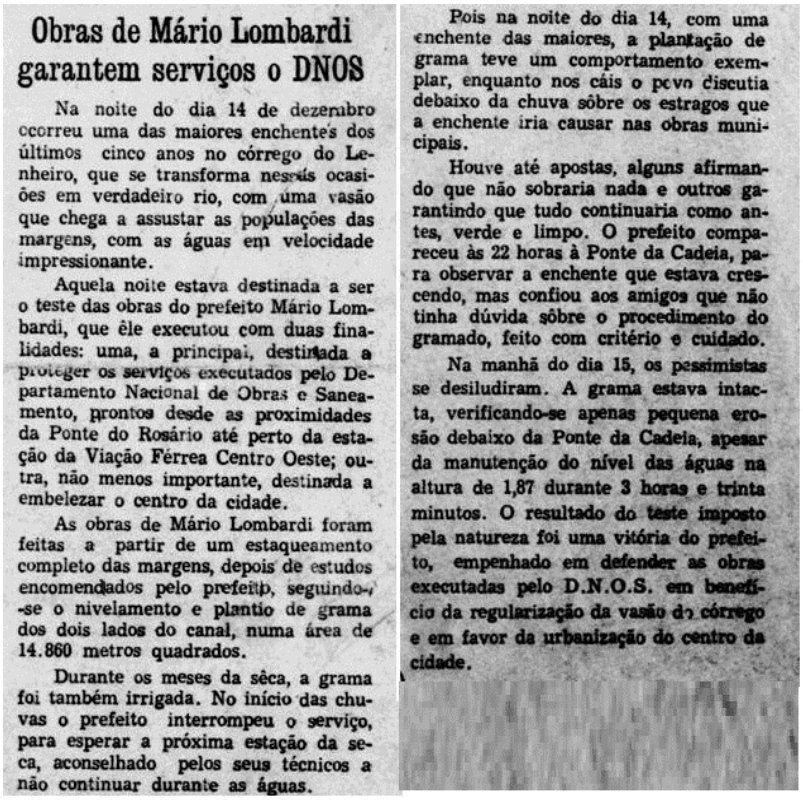
Como em tôda parte, nas cidades grandes e pequenas, a chuva prova que ninguém está preparado para enfrentá-la, quando ela chega violenta e com vontade de destruir. Basta uma tempestade, em qualquer lugar, para arrasar e desorganizar a vida da maioria das pessoas, bastando que a destruição alcance um serviço público de importância.

A chuva do dia 25 serve de advertência para o povo e para as autoridades, que se devem preparar para novos sustos.

Fonte: Ponte da Cadeia (1969).

Figura 11. Chuva brava.

Dois anos depois, em 14 dezembro de 1971, ocorreu uma das maiores enchentes dos últimos cinco anos no Córrego do Lenheiro (Figura 12) (JORNAL PONTE DA CADEIA, 1971).



Obras de Mário Lombardi garantem serviços o DNOS

Na noite do dia 14 de dezembro ocorreu uma das maiores enchentes dos últimos cinco anos no córrego do Lenheiro, que se transforma nesses ocasiões em verdadeiro rio, com uma vasão que chega a assustar as populações das margens, com as águas em velocidade impressionante.

Aquela noite estava destinada a ser o teste das obras do prefeito Mário Lombardi, que êle executou com duas finalidades: uma, a principal, destinada a proteger os serviços executados pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento, prontos desde as proximidades da Ponte do Rosário até perto da estação da Viação Férrea Centro Oeste; outra, não menos importante, destinada a embelezar o centro da cidade.

As obras de Mário Lombardi foram feitas a partir de um estaqueamento completo das margens, depois de estudos encomendados pelo prefeito, seguindo-se o nivelamento e plantio de grama dos dois lados do canal, numa área de 14.860 metros quadrados.

Durante os meses da sêca, a grama foi também irrigada. No início das chuvas o prefeito interrompeu o serviço, para esperar a próxima estação da seca, aconselhado pelos seus técnicos a não continuar durante as águas.

Pois na noite do dia 14, com uma enchente das maiores, a plantação de grama teve um comportamento exemplar, enquanto nos cáis o povo discutia debaixo da chuva sôbre os estragos que a enchente iria causar nas obras municipais.

Houve até apostas, alguns afirmando que não sobraria nada e outros garantindo que tudo continuaria como antes, verde e limpo. O prefeito compareceu às 22 horas à Ponte da Cadeia, para observar a enchente que estava crescendo, mas confiou aos amigos que não tinha dúvida sôbre o procedimento do gramado, feito com critério e cuidado.

Na manhã do dia 15, os pessimistas se desiludiram. A grama estava intacta, verificando-se apenas pequena erosão debaixo da Ponte da Cadeia, apesar da manutenção do nível das águas na altura de 1,87 durante 3 horas e trinta minutos. O resultado do teste imposto pela natureza foi uma vitória do prefeito, empenhado em defender as obras executadas pelo D.N.O.S. em benefício da regularização da vasão do córrego e em favor da urbanização do centro da cidade.

Fonte: Ponte da Cadeia (1971).

Figura 12. Enchentes no Córrego do Lenheiro.

O texto chama a atenção para a velocidade das águas, que muito provavelmente foi aumentada pelo processo de canalização e retificação do canal iniciado na década anterior. No entanto, o aprofundamento do leito, encarcerado entre muretas, fez com que as águas não extravasassem. A enchente se tornou atração, também, por ser o teste de resistência do "projeto paisagístico" do gramado do Lenheiro.

Em fevereiro do ano seguinte, em 1972, a cheia do Rio das Mortes e Carandaí causaram enormes prejuízos à cidade (Figura 13) (JORNAL DE MINAS, 1972).



Chuvas causam grandes prejuízos

Depois de um ano de séca São João del-Rei se viu tomada de uma onda de chuvas que provocaram a maior enchente ocorrida na região nos últimos seis anos.

A produção de hortigranjeiros foi grandemente prejudicada pela enchente dos rios das Mortes e Carandaí, que alagaram grande parte de suas várzeas, onde são cultivados êsses produtos.

Correram aterros, e até a BR-265 sofreu a consequência da quantidade de chuva caída na região nos fins de dezembro.

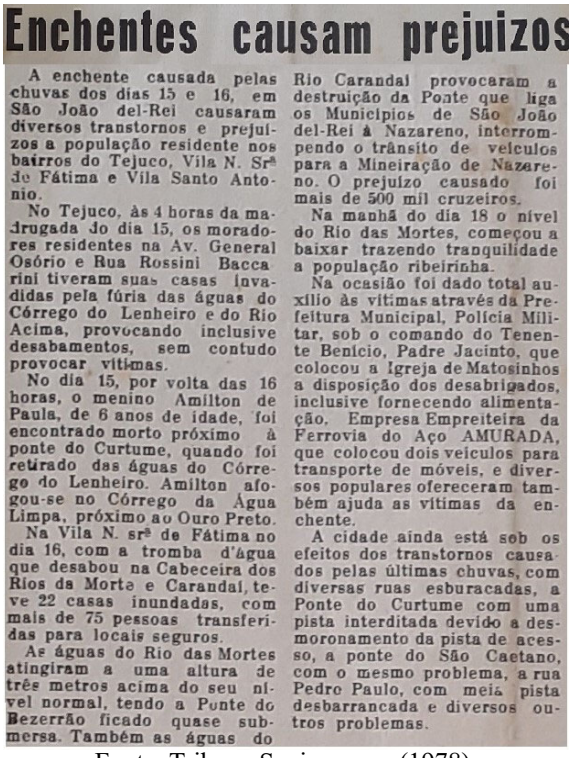
No último sábado de janeiro a chuva ainda fez das suas. Depois de um dia quente e ensolarado, com 39°C à sombra sucedeu-se um anoitecer marcado por uma tempestade que destelhou várias casas e a gare da estação da VFCO, causando prejuízos enormes, além de ter derrubado árvores em tôda a cidade.

A rodovia MG-6 teve um trecho submerso (foto) impedindo a circulação de ônibus para Prados, Resende Costa e Lagoa Dourada

Fonte: Jornal de Minas (1972).

Figura 13. Chuvas causam grandes prejuízos.

Novamente, em janeiro de 1978, a população residente próxima ao Rio das Mortes, Carandaí, Lenheiro e Água Limpa, nos bairros Tijuco, Fábricas e Vila Nossa Senhora de Fátima, sofreram com os prejuízos das inundações (Figura 14). O evento deixou 75 pessoas desabrigadas e causou uma morte (TRIBUNA SANJOANENSE, 1978).



Enchentes causam prejuizos

A enchente causada pelas chuvas dos dias 15 e 16, em São João del-Rei causaram diversos transtornos e prejuízos a população residente nos bairros do Tejuco, Vila N. Srª de Fátima e Vila Santo Antonio.

No Tejuco, às 4 horas da madrugada do dia 15, os moradores residentes na Av. General Osório e Rua Rossini Baccarini tiveram suas casas invadidas pela fúria das águas do Córrego do Lenheiro e do Rio Acima, provocando inclusive desabamentos, sem contudo provocar vitimas.

No dia 15, por volta das 16 horas, o menino Amilton de Paula, de 6 anos de idade, foi encontrado morto próximo à ponte do Curtume, quando foi retirado das águas do Córrego do Lenheiro. Amilton afogou-se no Córrego da Água Limpa, próximo ao Ouro Preto.

Na Vila N. srª de Fátima no dia 16, com a tromba d'água que desabou na Cabeceira dos Rios da Morte e Carandaí, teve 22 casas inundadas, com mais de 75 pessoas transferidas para locais seguros.

As águas do Rio das Mortes atingiram a uma altura de três metros acima do seu nível normal, tendo a Ponte do Bezerrão ficado quase submersa. Também as águas do Rio Carandaí provocaram a destruição da Ponte que liga os Municipios de São João del-Rei à Nazareno, interrompendo o trânsito de veículos para a Mineiração de Nazareno. O prejuizo causado foi mais de 500 mil cruzeiros.

Na manhã do dia 18 o nivel do Rio das Mortes, começou a baixar trazendo tranquilidade a população ribeirinha.

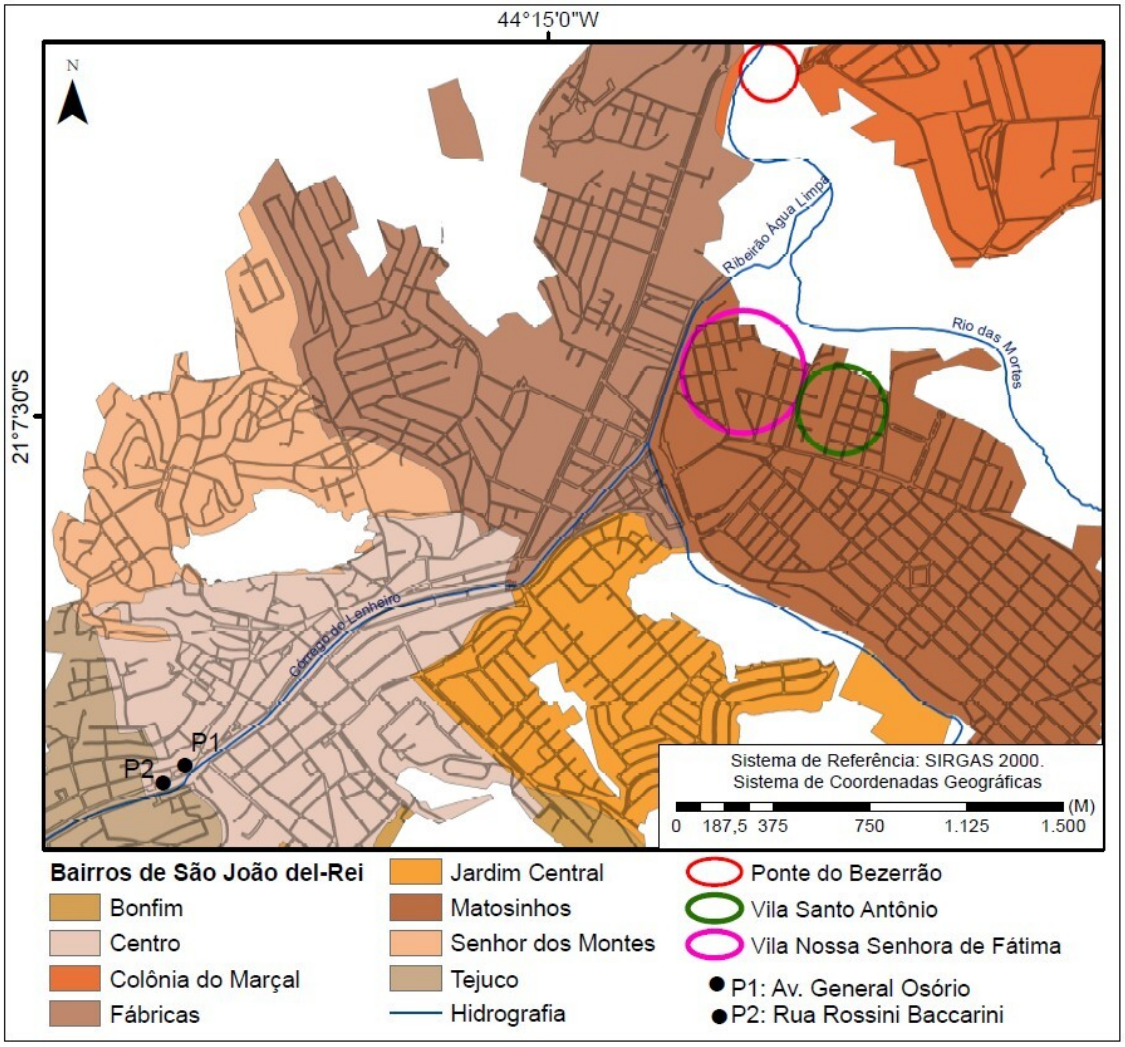
Na ocasião foi dado total auxilio às vitimas através da Prefeitura Municipal, Polícia Militar, sob o comando do Tenente Benicio, Padre Jacinto, que colocou a Igreja de Matosinhos a disposição dos desabrigados, inclusive fornecendo alimentação. Empresa Empreiteira da Ferrovia do Aço AMURADA, que colocou dois veiculos para transporte de móveis, e diversos populares ofereceram também ajuda as vitimas da enchente.

A cidade ainda está sob os efeitos dos transtornos causados pelas últimas chuvas, com diversas ruas esburacadas, a Ponte do Curtume com uma pista interditada devido a desmoronamento da pista de acesso, a ponte do São Caetano, com o mesmo problema, a rua Pedro Paulo, com meia pista desbarrancada e diversos outros problemas.

Fonte: Tribuna Sanjoanense (1978).

Figura 14. Enchentes causam prejuízos.

Os locais mais afetados, conforme a notícia, encontram-se indicados no mapa abaixo (Figura 15).



Fonte: Elaborado pleos autores (2022).

Figura 15. Áreas indicadas na Figura 14 (acima).

Do mesmo modo, em 8 de janeiro de 1983, uma forte chuva causou o transbordamento do Córrego do Lenheiro. A água invadiu casas e gerou prejuízos à população e ao comércio, sobretudo do bairro Tijuco (Figuras 16 e 17) (TRIBUNA SANJOANENSE, 1983). A notícia chama a atenção, também, quanto ao lançamento de entulhos no leito do referido córrego, bem como a desapropriação de casas em suas margens (Figura 18). Além disso, em diferentes momentos do período analisado, jornais mencionam o problema do esgoto, saneamento e doenças como meningite e xistose.



Insistentes chuvas causam graves prejuízos

A tromba d'agua que desabou na cidade no dia 8 de janeiro, provocando o transbordamento do Córrego do Lenheiro, causou prejuizos incalculáveis ao comércio e à população do bairro do Tijuco, principalmente.

O desabamento e a invasão de muitas casas pelas águas barrentas e poluidas da «Praia», poderiam ser evitados se maior atenção fosse dada por irresponsáveis e incompetentes homens públicos, que tinham a obrigação de manter e fiscalizar a limpeza do leito do córrego, onde são descarregadas diariamente dezenas de carroças de entulhos, provocando o seu estreitamento.

Segundo informação de um assessor do Prefeito eleito Cid Valério, uma das obras prioritárias do novo governo será a drenagem do Córrego do Lenheiro, que deverá obter o apoio do Governo do Estado, com a construção de uma nova ponte no São Caetano e a desapropriação de prédios que foram construidos praticamente no leito do córrego, em áreas doadas pela Municipalidade, como das Pioneiras Sociais, IPSEMG, Custa Mais Vai, entre outras.

Fonte: Tribuna Sanjoanense (1983).

Figura 16. Insistentes chuvas causam graves prejuízos.



Fonte: Lauro Munis - Grupo Antiga São João del-Rei (Facebook).

Figura 17. Enchente de 1983.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 18. Entulho e casas que causam obstrução do canal fluvial. Fonte: Gazeta e Jornal de São João del-Rey.

No mês de fevereiro de 1992, ocorreram inundações e deslizamentos. O deslizamento aconteceu próximo à barragem do Córrego Rio Acima, área periurbana, e não atingiu diretamente a cidade. Já a inundação causou prejuízo que superou os 140 milhões de cruzeiros (atualmente R$ 50,90), sobretudo pelo assoreamento das redes de esgoto (TRIBUNA SANJOANENSE, 1992).

Posteriormente, em 3 de janeiro de 1999, mais de 100 pessoas ficaram desabrigadas e cerca de 200 famílias foram atingidas por uma inundação. Segundo o Gazeta de São João del-Rei (1999), o Córrego Água Limpa transbordou e as águas atingiram a Avenida Santos Dumont. O Córrego do Lenheiro e o Rio das Mortes também extravasaram o leito e houve deslizamento de encostas na cidade (Figura 19).



O ano de 99 teve um início trágico para mais de 200 famílias que moram em regiões ribeirinhas de São João Del Rei. As fortes chuvas que caíram no último domingo, dia 3, invadiram as casas dos moradores dos bairros Bom Pastor, Matozinhos e Santa Terezinha, deixando um rastro de destruição e prejuízos. Os moradores perderam móveis, roupas e alimentos. O comandante do Pelotão de Corpo de Bombeiros de São João Del Rei, tenente José Luiz Estevan já tem um mapa onde estão relacionadas os pontos críticos mais sujeitos às inundações e faz um apelo para que os moradores destas áreas mantenham-se atentos à rápida subida do nível dos córregos e rios. Os córregos do Lenheiro e Água Limpa e o Rio das Mortes são as ameaças a bairros como Vila Nossa Senhora de Fátima, Vila São Paulo, Jardim América, Colônia do Bengo, São Caetano, Tejuco, Barro Preto, Bom Pastor, Matozinhos, Fábricas e Nossa Senhora de Fátima. As enchentes também revelam um grande drama social, com inúmeros casos de moradores que não podem deixar as casas e barracos onde vivem ameaçados por absoluta falta de condições de construir uma nova casa ou pagar aluguel.

❖PÁGINA 2

Fonte: Gazeta de São João del Rei, 1999.

Figura 19. Inundação em 1999.

A notícia menciona a existência de um mapa de pontos críticos de inundação em São João del-Rei. Em contato com o Corpo de Bombeiros da cidade (4º Batalhão - Batalhão de Bombeiros Militar), foi informado que o material continha delimitações traçadas à caneta, e foi destruído durante um evento chuvoso que causou infiltração no arquivo da corporação.

No ano seguinte (janeiro de 2000), 30 minutos de chuva foram suficientes para que o Córrego do Lenheiro enchesse e alguns pontos da cidade fossem alagados pelo acúmulo de enxurradas. As chuvas desse mês deixaram apreensivos os moradores dos bairros São Caetano, Guarda-Mor, Tijuco, Bonfim e Santa Terezinha. Nesses bairros surgiram rachaduras nas casas e houve desabamentos e deslizamentos de encosta (Figura 20) (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2000).



Chuva traz prejuízos e assusta a população

Região da rua do Barro é a mais afetada

RAQUEL PRUDENTE
Repórter

O período chuvoso, que começou nas últimas semanas de dezembro e se intensificou a partir do dia 1º de janeiro, trouxe prejuízos, preocupações e deixou a população de São João del Rei em alerta. A queda de um muro de arrimo, construído para conter um barranco de cerca de 20 metros de altura, na travessa Ricardo Benfenati, próxima à rua do Barro, afetou parte da rua e deixou moradores apreensivos com a iminente possibilidade do problema piorar. A região, que já vem sofrendo com trincas e rachaduras nas casas, convive agora com o maior agravante: as chuvas.

O Comando do Corpo de Bombeiros registrou várias rachaduras no local e alertou a população para o risco de novos desabamentos. Além dessa região, os bairros Senhor dos Montes, Tijuco, Bonfim, Guarda-Mor e Vila Santa Terezinha registraram casos de deslizamentos, buracos nas ruas e desabamentos, que causaram danos materiais mas que não fizeram vítimas.

O principal problema que enfrenta a população de São João del Rei é decorrente do grande número de barrancos e muros de arrimo que já caíram, ou ameaçam cair. No bairro Guarda-Mor, um barranco com cerca de quatro metros, na rua Francisco Assis Cunha, altura do número 74, começou a desabar e chegou a cair em quintais de várias residências. A dona de casa Maria de Lourdes Garcia diz que chegou a ficar três noites acordada, "montando guarda enquanto meus seis filhos e três netos dormiam". Na sua casa, a queda do mesmo barranco em anos anteriores atingiu dois cômodos, que tiveram que ser destruídos.

Um barranco também desabou na rua São Caetano, no Guarda-Mor, entre os números 12 e 32, e chegou a interditar parte da rua, que foi tomada por blocos de terra e bananeiras. No Tijuco, outro barranco ameaçou cair sobre a rede elétrica e mobilizou uma equipe do Corpo de Bombeiros e Cemig, que teve que retirar um bambuzal sobre o barranco e isolar o local.

A operação "tapa- buracos" da Secretaria Municipal de Obras começou no dia 10 de dezembro e tem como objetivo resolver os problemas das ruas mais afetadas por buracos. De acordo com o secretário Hélio José Ferreira, a operação continuará durante todo o mês de janeiro e se estenderá até os próximos meses, se houver necessidade.

Para o Comando do Corpo de Bombeiros, que vem fazendo vistorias em todas as áreas consideradas de risco, a maioria desses problemas são resultado da falta de obras que diminuam ou amenizem os danos provocados pelas chuvas e da falta de conscientização da população, que continua construindo em locais perigosos e até proibidos.

❖O muro de arrimo cedeu com as chuvas dos últimos dias na cidade

Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2000).

Figura 20. Chuva traz prejuízos e assusta população.

Conforme a notícia, em São João del-Rei existe um número significativo de encostas, popularmente denominadas "barrancos", com presença de bananeiras. A espécie vegetal acentua a suscetibilidade a deslizamentos, pois suas folhas, raízes e troncos convergem e favorecem a acumulação de água no solo (CPRM, 2007). Essas características, somadas à ausência de planejamento, à falta de fiscalização, à precária educação ambiental e à permissiva ocupação, originam as chamadas áreas de perigo.

Em março de 2001, após uma hora de chuva, o Córrego do Lenheiro, Água Limpa e Rio Acima transbordaram. Cerca de 300 pessoas ficaram desabrigadas, carros e animais foram levados pela correnteza e 12 pessoas ficaram ilhadas. Conforme a notícia do Gazeta de São João del-Rei (2001), essa foi a pior enchente desde a década de 1980 (Figura 21).



Chuva derruba casas e deixa centenas sem teto

Pouco mais de uma hora de chuva forte foi o suficiente para inundar os córregos Lenheiro, Água Limpa e Rio Acima e deixar um rastro de destruição em várias partes de São João del Rei, por volta de 1h, madrugada do último sábado, 31.

Segundo informação oficial do Copo de Bombeiros, cerca de 300 pessoas ficaram desabrigadas; pontes foram destruídas; uma casa, onde moravam cinco pessoas desabou completamente, no Rio Acima, e mais três desabaram parcialmente; muros cederam com a pressão das águas; várias residências e estabelecimentos comerciais foram invadidos pela água; cerca de 12 pessoas ficaram ilhadas em cima de uma laje, sendo socorridas por um barco do Corpo de Bombeiros, no Tijuco; porcos e cavalos foram levados pela correnteza; carros foram inundados e as ruas ficaram cobertas de lama.

Apesar disso, não foi registrado nenhum caso de morte ou ferimento grave. Os desabrigados foram levados para o Caic, onde permaneceram até o dia seguinte, quando se transferiram para a casa de parentes e vizinhos.

As regiões mais prejudicadas foram a Vila Nossa Senhora de Fátima, Tijuco, Bom Pastor, Rio Acima, Fábricas, Barro Preto, Centro e residencial Lenheiro.

Desde 1983, quando uma tromba d' água semelhante caiu sobre São João del Rei, causando uma série de prejuízos, a cidade não assistia a um fenômeno como esse.

Várias famílias continuam desabrigadas, com casas parcialmente destruídas ou condenadas pela Defesa Civil, devido a rachaduras e infiltrações.

❖ *A forte chuva da madrugada de sábado deixou centenas de desabrigados e um rastro de destruição na cidade*

Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2001).

Figura 21. Chuva derruba casas e deixa centenas sem teto.

No mês de dezembro desse mesmo ano, a enxurrada destruiu ruas e arrastou blocos de calçamento, os quais atingiram um carro. O transbordamento do Córrego do Lenheiro inundou casas e comércios na Avenida Eduardo Magalhães. A correnteza solapou a margem do rio, a qual desmoronou nas imediações da rodoviária (Figura 22) (GAZETA 2001). Observa-se que, nesse período, não havia as muretas nas margens do referido córrego e que este não era canalizado (Figura 23).



❖ *Trailler, nas próximidades da Rodoviária, foi interditado pela Defesa Civil e ameaça cair*

Chuva rápida causou enchente e estragos

A forte chuva de sexta-feira,7, causou estragos em diversos pontos de São João del Rei, mas não deve atrasar as obras de canalização do Córrego do Lenheiro, próximo à Rodoviária, e do muro de arrimo, que está sendo construído na rua Ricardo Benfenatti, no centro.

Quem garante é o empresário Maurício Vianini, sócio da Construtora Vianini, responsável pela execução das obras. "A chuva foi forte, mas não prejudicou os trabalhos. Ainda este mês deve estar tudo pronto", afirmou o empresário.

A intensidade da chuva causou o desmoronamento de parte do terreno às margens do Córrego, na rua Frei Cândido, em frente à Rodoviária, colocando em risco um *trailer* de sanduíches. Com risco de desabamento, o *trailer* foi interditado pela Defesa Civil.

O centro da cidade também foi afetado pela chuva. Na rua Ribeiro Bastos, no centro, a chuva fez com que muitas pedras descessem a rua, atingindo um carro de São Paulo, que estava estacionado próximo à Igreja de São Francisco.

Na avenida Eduardo Magalhães, cortada pelo Córrego do Lenheiro, a água atingiu casas e lojas. Para fazer com que o nível da água diminuísse, moradores e comerciantes da avenida quebraram a mureta que cerca o Córrego.

❖ *Chuva forte arranca paralelepípedos da rua Ribeiro Bastos, centro, nas proximidades do largo de São Francisco de Assis*

Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2001).

Figura 22. Chuva rápida causou enchente e estragos.



Fonte: Autores (2022).

Figura 23. Imediações da rodoviária de São João del-Rei.

Em 2002 e 2003, segundo os registros, ocorreram apenas alagamentos. Esses deram-se, respectivamente, no bairro Matosinhos e na Avenida Leite de Castro (Figuras 24 e 25) (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2002; GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2003). O fenômeno decorre do excesso de impermeabilização, sobretudo das áreas a montante desses bairros, drenagem urbana deficiente e obstrução das bocas de lobo, que são raras na cidade.



Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2002).

Figura 24. Alagamento no Matosinhos.



Fonte: Gazeta (2002).

Figura 25. Alagamento na Avenida Leite de Castro, cruzamento com a Rua Frei Cândido.

Em 17 de janeiro de 2004, casas dos bairros Tijuco e Nossa Senhora de Fátima foram inundadas pelo transbordamento do Córrego do Lenheiro e Água Limpa. Moradores perderam móveis e eletrodomésticos, dentre outros pertences. Na mesma semana, o talude entre a Rua Padre Sacramento e a Avenida Tiradentes desabou (Figura 26) (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2004).



Fonte: Gazeta de São João del-Rei, 17/01/2004.

Figura 26. Chuva ocasiona inundações e desabamentos.

A instabilidade da área já havia sido noticiada um ano antes, em janeiro de 2003, quando o Gazeta de São João del-Rei (2003) informou que o muro apresentava rachaduras (Figura 27) e que a providência tomada pelo poder público municipal foi o impedimento do trânsito de veículos pesados no local. Atualmente, a área aparenta estabilidade, as muretas foram reconstituídas e a encosta, revegetada (Figura 28).



Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2012).

Figura 27. Rachaduras na calçada e muretas.



Fonte: Autores (2022).

Figura 28. Situação atual do local.

Segundo a Defesa Civil, em 26 de fevereiro de 2006, os bairros e sub-bairros Matosinhos, Colônia do Giarola, Marçal, Recondengo, Vila Nossa Senhora de Fátima, Fábricas, Rio Acima e Tijuco foram inundados. No total, 1.149 pessoas foram afetadas e 149 delas ficaram desabrigadas. O prejuízo causado pelo evento foi de R$ 2.096.200,00 e o município decretou situação de Calamidade Pública (DEFESA CIVIL, 2015).

No ano de 2005, no dia 8 de novembro, foram registrados pontos de inundação e alagamento na Colônia do Marçal (Figura 29). As ruas foram tomadas pela água, sobretudo a Rua Luiz Giarola. A Escola Estadual Brighenti Cesare foi atingida e pessoas que tentaram enfrentar a correnteza foram arrastadas (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2005).



Chuvas inundam ruas na Colônia do Marçal

A rua Luiz Giarola, na Colônia do Marçal, transformou-se num verdadeiro rio no início da noite da última terça-feira, 8. A forte chuva que caiu deixou carros em dificuldades para trafegar pela via. Alguns motoristas precisaram parar no acostamento para evitar acidentes. Quem estava a pé e insistiu em enfrentar a força da água quase foi levado pela correnteza. Em uma rua transversal à Luiz Giarola a queda de uma árvore impediu a passagem de veículos e pedestres. As frentes do posto de saúde localizado no local e da Escola Estadual Brighenti Cesari ficaram alagadas.

Na manhã de quarta-feira, 9, a equipe da secretária municipal de obras visitou o local. De acordo com o secretário, Sérgio Cavalieri, galhos secos, entulhos e sacolas plásticas de lixo soltos na proximidade da rua Luiz Giarola são levados pelas águas da chuva para um canal que corta toda a extensão da via. Toda a sujeira faz um assoreamento do canal, que impede a passagem da água, ocasionando a inundação da rua. No mesmo dia da visita, a equipe da secretaria realizou um trabalho de desassoreamento, tirando com máquinas e caminhões o entulho e o barro. Mas o secretário alega que as manilhas colocadas debaixo das passagens para as entradas das residências prejudicam ainda mais o escoamento da água. Nesse caso, ressalta Cavalieri, é preciso que a população tome consciência do problema. Segundo ele, os moradores precisam realizar a retirada dessas manilhas, pois são responsáveis pelo represamento da água.

O secretario também avisa que os morados devem evitar deixar as sacolas plásticas na rua, já que funcionam como obstáculos para água. "Esse trabalho que realizamos na rua Luiz Giarola tem o sentido paliativo", garante Cavalieri, explicando que uma intervenção deve ser feita, no período de seca, no ponto onde toda a água que desce da via deságua, na avenida 31 de Março. " Lá precisa de um serviço de desassoreamento, pois o terreno está com um nível elevado e represa a água, causando transtornos para a Luiz Giarola", afirma o secretário, que assegura que esse trabalho deve ser concretizado em 2006.

HAROLDO SAVASSI/DIVULGAÇÃO

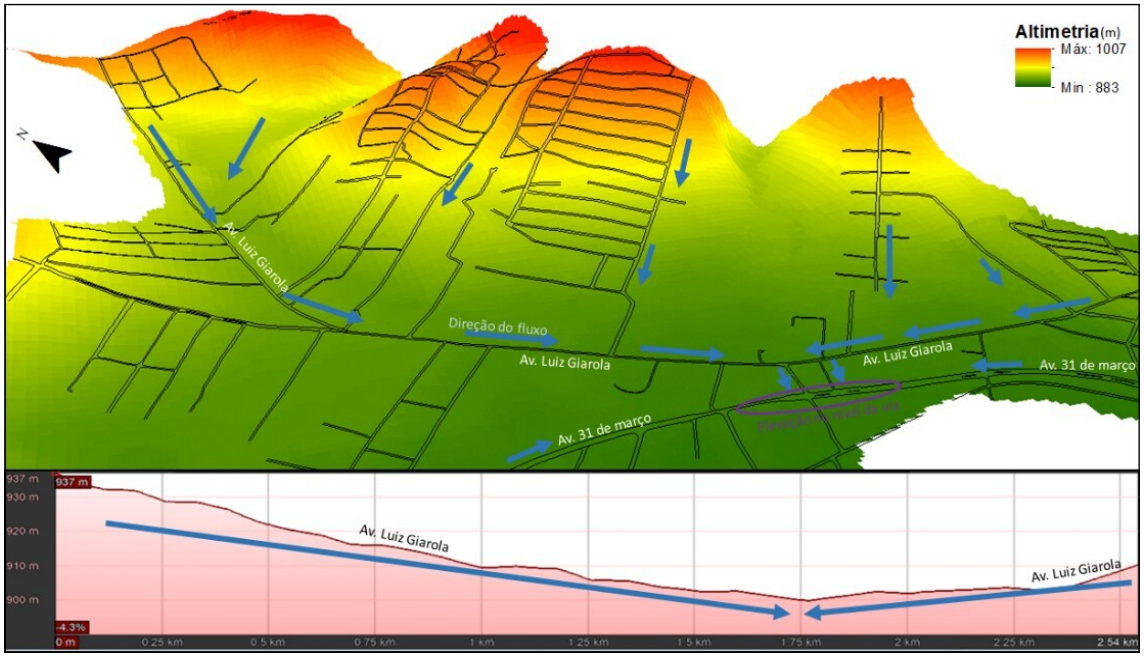
❖ *Chuvas inundaram a rua Luiz Giarola na Colônia do Marçal*

Fonte: Gazeta de São João del-Rei, 2005.

Figura 29. Chuvas inundam ruas na Colônia do Marçal.

A área em questão é historicamente caracterizada pela insuficiente capacidade natural de drenagem, tendendo ao acúmulo de fluxos devido à declividade predominante baixa. Também a disposição das vias propicia a rápida convergência das enxurradas para as partes mais baixas, como a Avenida Luiz Giarola, a qual recebe os fluxos d'água de

três direções. Essas águas, que deveriam drenar à jusante, interceptando a Avenida 31 de Março, ficam represadas devido à elevação do nível desta (Figura 30). Além disso, há paralelamente à Avenida Luiz Giarola, dois córregos intermitentes, os quais os canais e as manilhas encontram-se constantemente obstruídos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 30. Esquema ilustrativo do relevo e estrutura viária da Colônia do Marçal.

Dois anos após o evento supracitado, em 20 janeiro de 2007, as inundações deixaram famílias desabrigadas e causaram um óbito por afogamento na Avenida Luiz Giarola (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2007a). O jornal se refere à vítima como a primeira do ano de 2007 (Figura 31).



Chuvas causam prejuízos e morte

São João mobilizada para ajudar os desabrigados

A tromba d'água que caiu no último domingo, 21, em São João del Rei causou prejuízos e deixou mais de 60 famílias desalojadas, destruiu ruas e pontes. As Secretarias envolvidas no socorro aos desalojados e na recuperação das ruas e pontes atingidas fizeram levantamento dos danos e, até ontem, 26, ainda não definiram se decretariam ou não o Estado de Emergência no município. "Duas pontes no Residencial Lenheiro têm que ser interditadas. Algumas ruas tiveram o asfalto rompido e também estão fechadas", disse o prefeito Sidney Antônio de Souza ao avaliar os danos causados pelas chuvas do último domingo.

❖PÁGINAS 2 E 3

Chuva faz a primeira vítima no município

Sebastião Francisco dos Santos Neto, 71 anos, foi a primeira vítima das chuvas em São João del Rei. Ele era viúvo e morava sozinho na Rua Padre Faustino, Centro. O aposentado foi a 24ª vítima das enchentes em Minas Gerais este ano. De acordo com informações da Polícia Militar, ele tinha saído da casa de amigos, quando tentou atravessar a Rua Luiz Giarola, na Colônia do Marçal.

❖PÁGINA 2

❖ Na Rua Padre Rocha, no Tijuco, comerciantes e moradores retiram a lama que se acumulou sobre o asfalto

Fonte: Jornal Gazeta de São João del-Rei, 2007a.

Figura 31. Chuvas causam prejuízo e morte.

Seguidamente, em 7 de fevereiro do mesmo ano, pelo menos 18 pessoas foram desalojadas em decorrência de inundações. Foi o segundo evento extremo em 20 dias. O Córrego do Lenheiro transbordou, ocupando as vias marginais e as casas no bairro Tijuco (Figura 32). A Vila Nossa Senhora de Fátima também foi atingida (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2007b).



Fonte: Jornal Gazeta de São João del-Rei b (2007) e Google Maps (2021). Elaboração: Autores (2022).

Figura 32. Inundação no Tijuco.

Em 15 de outubro, outro evento chuvoso, acompanhado de ventania, causou inundações e queda de árvores na cidade (Figura 33) (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL REI, 2007c).



Fonte: Gazeta de São João del-Rei (2007c).

Figura 33. Ventania e inundação.

De 2008 a 2010 não foram encontrados registros de eventos chuvosos com dano potencial. Mas, em 2011, após um acumulado de 33,6mm entre as 2h e as 23h do dia 26 de dezembro (INMET, 2011), o bairro Matosinhos e a Vila Nossa Senhora de Fátima foram afetados por inundações bruscas (Plano de Contingência da Defesa Civil de São João del-Rei, 2015).

As precipitações desse período se estenderam e, em 9 de janeiro de 2012, o Córrego do Lenheiro e o Rio das Mortes transbordaram. No dia seguinte (10), a água atingiu a Avenida Leite de Castro, passou por cima da Ponte do Bezerrão (Figura 34), interditou a ligação viária para a Colônia do Marçal, Santa Cruz de Minas e a BR-494, que liga São João del-Rei aos municípios de São Tiago e Ritápolis.



Fonte: Jornal das Lajes (2012).

Figura 34. Ponte do Bezerrão (via de ligação entre a Avenida Leite de Castro e a Colônia do Marçal), 2012.

Segundo Campos, Costa e Pereira (2014), a partir de uma análise pluviométrica com dados do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), a precipitação acumulada, para São João del-Rei, entre os meses de dezembro de 2011 e janeiro de 2012 foi de aproximadamente 950 mm.

Conforme o Gazeta de São João del-Rei (2012a), "foram as piores enchentes dos últimos 10 anos". A cidade decretou Situação de Emergência por meio do Decreto n.º 4.858/2012. Os prejuízos causados pelas inundações desses dois meses somaram R$ 2.780.865,00. Foram 35 imóveis danificados e/ou destruídos, 2.333 pessoas afetadas, quatro desabrigados e 147 desalojados (DEFESA CIVIL, 2015).

No dia 13 de março do mesmo ano, 40 minutos de chuva foram suficientes para ocasionar deslizamentos e inundar mais de 40 casas nas imediações do Rio Acima (afluente da margem direita do Córrego do Lenheiro, no Tijuco) e perda total de 25 delas (GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI, 2012b).

O problema se repetiu em 30 de novembro de 2013. Os bairros afetados foram: Tijuco, Centro e Vila Nossa Senhora de Fátima. Os prejuízos causados pelo evento somaram R$ 171.868,36 (DEFESA CIVIL, 2015).

No ano de 2016, não foram identificados registros de inundações e deslizamentos. Porém, dois alagamentos críticos e com fortes enxurradas atingiram a Avenida Luiz Giarola (Figura 35). Esses processos ocorreram nos dias 20 de maio e 9 de dezembro de 2016 (POP-NEWS, 2016).



Fonte: Pop-News (2016).

Figura 35. Enxurradas na Avenida Luiz Giarola.

Em 27 de dezembro de 2017, o aumento do nível da água do Córrego do Lenheiro deixou a população do Tijuco em alerta. O nível do rio aumentou rapidamente e ficou a poucos centímetros da rua (POP-NEWS, 2017) (Figura 36).



Fonte: Pop-News (2017).

Figura 36. Nível elevado do Lenheiro na altura do Tijuco .

Segundo a Defesa Civil (2018), em 16 de março de 2018, o Ribeirão Água Limpa transbordou na altura da Vila Nossa Senhora de Fátima, inundando calçadas, imóveis e vias (Figura 37). Nas Avenidas Leite de Castro, 31 de Março e Luiz Giarola ocorreram alagamentos.



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 17/2018.

Figura 37. Vila Nossa Senhora de Fátima.

No dia 7 de dezembro do mesmo ano, houve mais um registro de alagamento nas mesmas avenidas supracitadas, além das ruas Quintino Bocaiúva, Antônio Rocha e Padre Rocha. Na Avenida Leite de Castro a água invadiu o interior da Escola Garcia de Lima (Figura 38).



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 49/2018.

Figura 38. Escola Garcia de Lima.

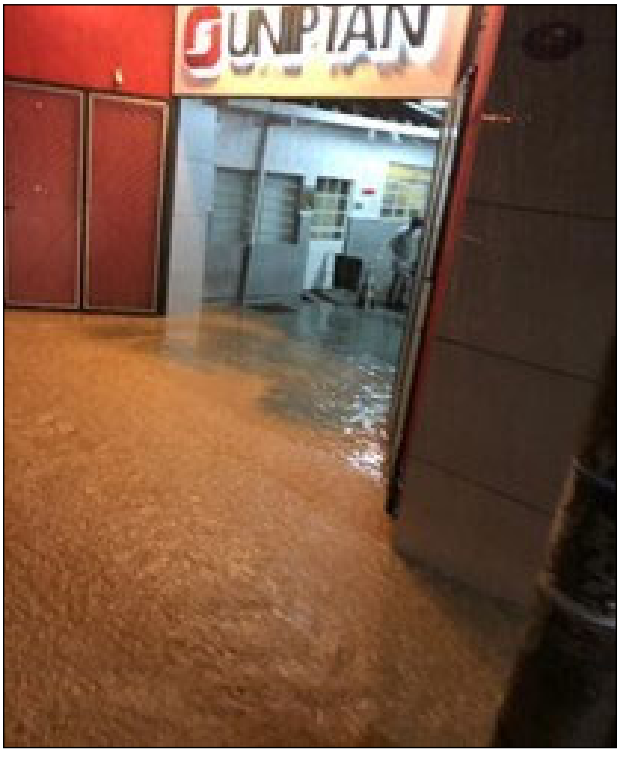
Houve, também, transbordamento do Córrego do Lenheiro na altura do Tijuco, na Rua Joaquim Timóteo (DEFESA CIVIL, 2018) (Figura 39), e forte enxurrada na Rua Aureliano Pimentel, onde a água invadiu garagens niveladas à altura da rua e arrastou uma moto.



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 49/2018.

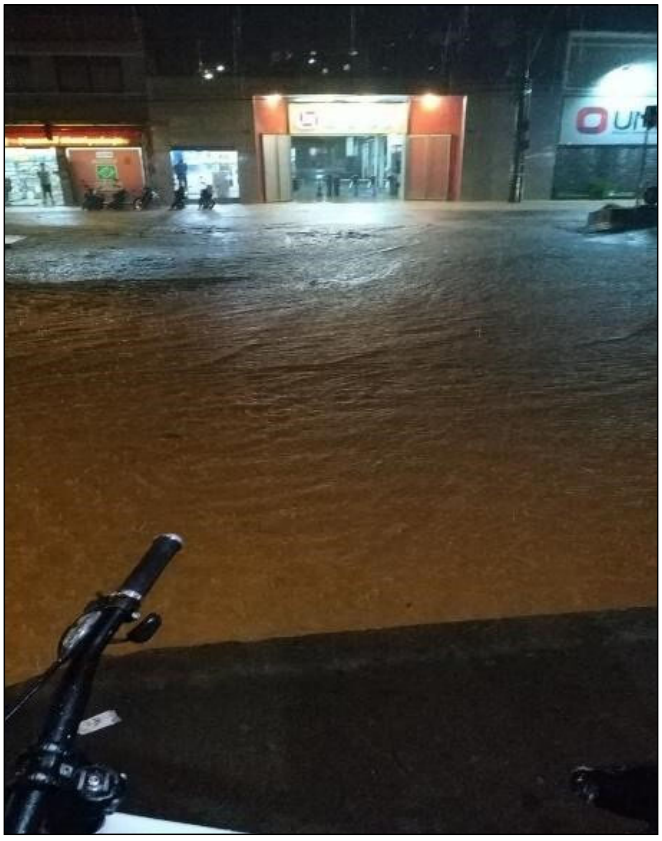
Figura 39. Rua Joaquim Timóteo.

Em 13 de março de 2019, foram registrados alagamentos nas Avenidas Leite de Castro, 31 de Março e Luiz Giarola (Figuras 40, 41 e 42) (DEFESA CIVIL, 2019).



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 12/2019.

Figura 40. Avenida Leite de Castro.



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 12/201.

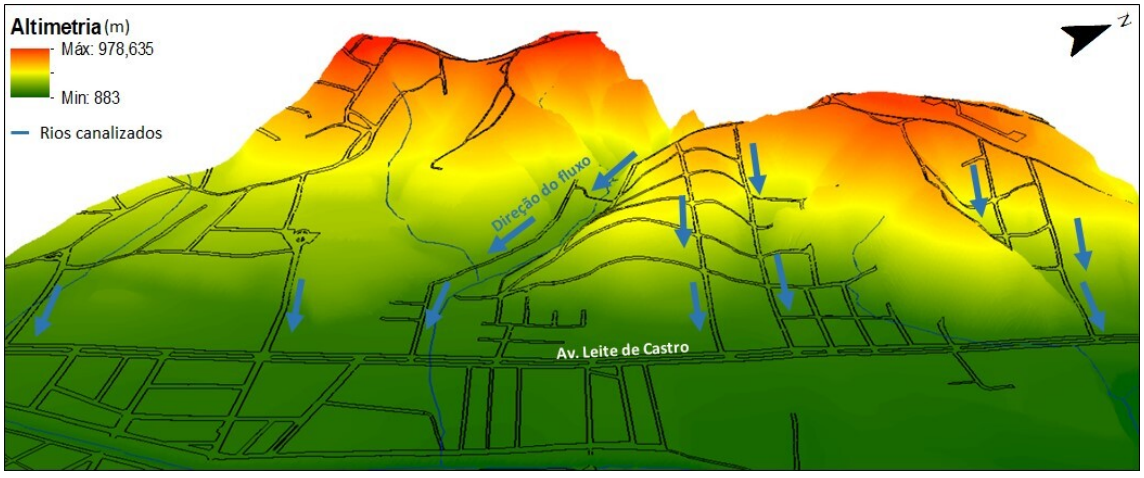
Figura 41. Avenida Leite de Castro.



Fonte: Defesa Civil - Relatório de Constatação 12/2019.

Figura 42. Avenida Luiz Giarola.

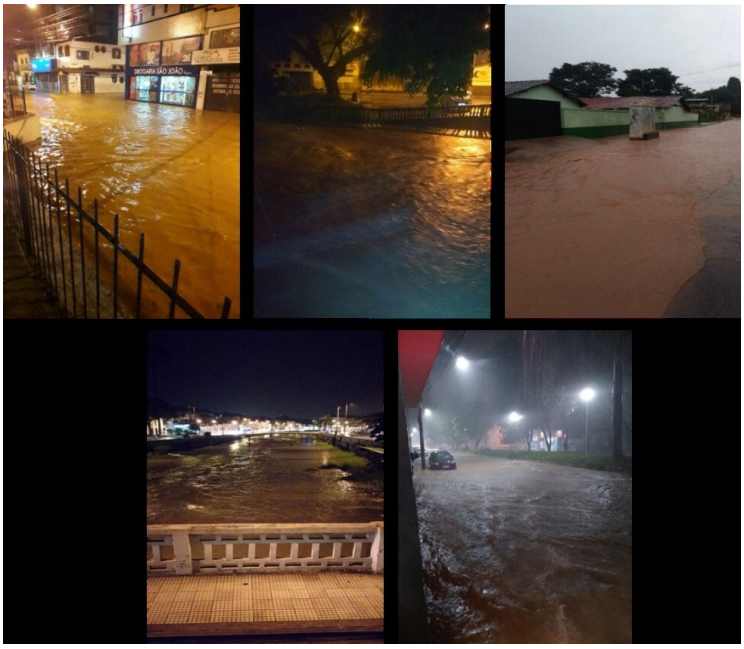
A Avenida Leite de Castro, do mesmo modo que a Luiz Giarola, possui estrutura de drenagem deficitária e recebe todo fluxo d'água conduzido pelas vias a montante, conforme ilustra a figura abaixo (Figura 43).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 43. Esquema ilustrativo do relevo e estrutura viária da Avenida Leite de Castro.

No dia 13 de fevereiro de 2020, a chuva causou enchente e posterior transbordamento em parte do Tijuco, na Rua Rossini Bacarini. Próximo ao Terminal Rodoviário, o Córrego do Lenheiro atingiu a altura da mureta de proteção. Nos bairros Fábricas e Colônia do Marçal, os alagamentos e enxurradas causaram transtornos, interditaram vias e invadiram casas e comércios (Figura 44) (AMMAS DEL-REI, 2020).



Fonte: Pop News, 2020.

Figura 44. Inundações e alagamentos de 13 de fevereiro de 2020.

Segundo a Defesa Civil Municipal (2020), os danos causados por esse evento somaram aproximadamente R$ 50 mil, 150 pessoas afetadas e 16 desalojadas.

O fator mais preocupante, durante esse período de chuvas, foi o aumento do nível do Rio das Mortes, que transbordou sobre áreas de pastagem próximas à Ponte do Bezerrão (Vila Nossa Senhora de Fátima) e no entorno da ponte que liga o bairro Fábricas à Colônia do Marçal (Figura 45) (AMMAS DEL-REI, 2020).



Fonte: AMMAS Del-Rei (2020).

Figura 45. Transbordamento do Rio das Mortes.

Nos dias 21 e 22 de dezembro de 2020, novamente várias ruas ficaram alagadas, inclusive na área central da cidade (Figuras 46 e 47). Observa-se que não ocorreu transbordamento do Córrego do Lenheiro (POP-NEWS, 2020). Todavia, foram detectados alagamentos que resultam do deficiente e quase inexistente sistema de drenagem, somado à impermeabilização excessiva do solo urbano.



Fonte: Raquel Ramos (2020).

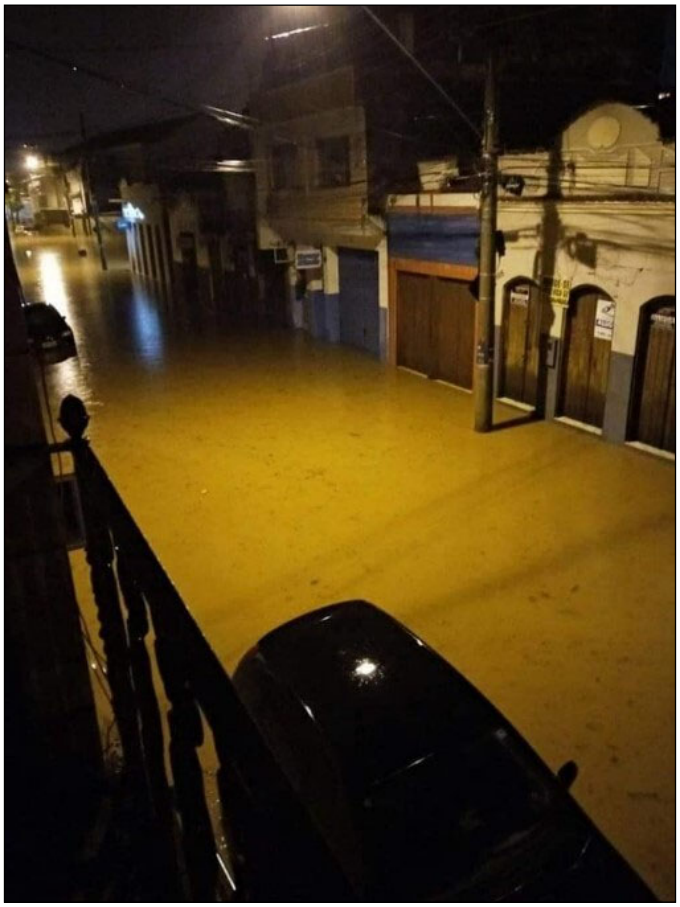
Figura 46. Alagamento na região central.



Fonte: Pop-News (2010).

Figura 47. Alagamento na região central.

Em 19 de fevereiro de 2021, o Córrego do Lenheiro transbordou, inundou duas casas, um bar e uma barbearia (POP-NEWS, 2021), além da Rua General Osório (Figura 48) (AMMAS DEL-REI, 2021). Na Colônia do Marçal, ruas ficaram alagadas e a enxurrada destruiu o canteiro central da avenida 31 de Março.



Fonte: Ammas Del-Rei (2021).

Figura 48. Rua General Osório.

Por fim, reforça-se que o número de eventos acima descritos pode ser ainda maior, dado que existe a possibilidade de não terem sido registrados ou que vários desses registros possam ter se perdido nos 308 anos de São João del-Rei.

Seria também importante efetuar o levantamento do volume de chuva na área em questão. Isso responderia, fisicamente, se as precipitações têm aumentado em volume e intensidade ou se o problema resulta do aumento do escoamento superficial resultante do crescimento urbano, somado à drenagem deficiente. Porém, as estações pluviométricas de São João del-Rei trazem, somente, informações a partir do ano de 2006, além de muitas falhas de aquisição, justificadas por panes nos sensores, na comunicação das estações ou ausência de observações, segundo o INMET. Essa deficiência corrobora a importância dos dados de satélites para os estudos pluviométricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento e análise temporal dos eventos de inundação e deslizamento em São João del-Rei evidenciam a relação secular existente entre a cidade e os referidos fenômenos. Nota-se que, desde o período colonial, quando se constituiu o núcleo populacional minerário que deu origem à cidade, esses eventos são observados, sobretudo as enchentes e inundações, as quais despertavam a atenção de estudiosos que descreveram o local no século XVIII.

No decorrer do tempo, a ocorrência e recorrência dos fenômenos passou a ser noticiada pelos jornais locais e regionais como desastrosos ou perigosos. A posição geográfica da cidade, entre fundo de vale e encosta, e a expansão urbana desprovida de planejamento contribuíram para o agravamento da situação.

Nesse sentido, observa-se que existe uma relação intrínseca entre o crescimento da cidade, o uso do solo urbano e a frequência dos eventos em questão. Nota-se que, apenas entre 1980 e 2021 foram identificadas 21 ocorrências de inundações e/ou deslizamentos, os quais resultaram em prejuízos econômicos e sociais à São João del-Rei, além de perdas de vidas. Somado ao que é natural, surgem os problemas estruturais dos alagamentos ocasionados pela ausência de um sistema de drenagem eficiente. Essa carência também, faz com que as vias, ruas e avenidas tornem-se um dreno ao escoamento superficial, que atinge rapidamente o canal fluvial e excede sua capacidade de suporte, transbordando.

Desse modo, os resultados apresentados neste inventário tornam-se ferramentas-chave para a interpretação sistemática da dinâmica das águas urbanas de São João del-Rei, sobretudo sua existência anterior à formação da cidade.

Assim, o inventário corrobora a importância e a necessidade de estudos sobre a área em questão. Além disso, ele reúne um apanhado de fatos que compõem a história local e possibilitam a validação de mapas e modelos matemáticos que visem a representação das áreas de suscetibilidade a inundações e deslizamentos. Portanto, pode contribuir para os planos e as políticas de planejamento urbano e a prevenção a desastres, bem como estudos relacionados à geomorfologia urbana e à dinâmica hídrica de São João del-Rei.

REFERÊNCIAS

AMMAS DEL-REI - Associação dos movimentos sociais, moradores e amigos de São João del-Rei. **Residências inundadas pela chuva de ontem**. São João del-Rei, 13 de fevereiro de 2020. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/ammasdelrei2019/posts/2350496281717881>. Acesso em: 02 out. 2021.

AMMAS DEL-REI - Associação dos movimentos sociais, moradores e amigos de São João del-Rei. **Chuva da madrugada causa transtornos na cidade.** São João del-Rei, 19 de fevereiro de 2021. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: < https://www.facebook.com/ammasdelrei2019/posts/3270856489681851>. Acesso em: 02 out. 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. **HidroWeb**. Disponível em: < https://www.snirh.gov.

br/hidroweb/download>. Acesso em 02 de outubro de 2021.

ARAUTO DE MINAS. **Ao fiscal do 1º Distrito**. São João del-Rei, ano XII, n27, 4 dez. 1888. Tribuna livre, p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=715131&pesq=S%C3%A3o%20Jo%C3%A3o%20del%20Rei&pagfis=1315>. Acesso em: 01 out. 2021.

BAPTISTA, Márcio Benedito; CARDOSO, Adriana Sales. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.

BARUQUI, Alfredo Melhem; NAIME, Uebi Jorge U; MOTTA, Paulo Emílio Ferreira da; FILHO, Amaury de Carvalho. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da zona Campos das Vertentes**. Dados eletrônicos – Rio de Janeiro: Embrapa Solos. p. 326. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/856021/1/bpd962006levantcamposvertentes.pdf >. Acesso em: 06 mai. 2020.

BRASILEIRO, Vanessa Borges; DANGELO, André Guilherme Dornelles; LEMOS, Celina Borges. Registros de Memória: Leitura da Paisagem Cultural da Cidade de São João Del Rei, em Minas Gerais, por meio da Iconografia Histórica. **Centro de Investigação Transdisciplinar «Cultura, Espaço e Memória**. Disponível em: < https://www.citcem.org/3encontro/docs/pdf/part_09/56%20-%20Vanessa%20Brasileiro%20et%20al.%20-%20TEXTO.pdf>. Acesso em: 21 Abr. 2020.

CAMPOS, Alan Cássio; COSTA, Julio Cezar; PEREIRA, Gabriel. Análise da precipitação no município de São João del Rei (MG). In: **Anais do I Simpósio Mineiro de Geografia**, 2014, Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2014, p.233.

COSTA, Lucia Maria Sá Antunes. Rios urbanos e o desenho da paisagem. **Rios e paisagens urbanas:** em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: PROURB, p. 9-15, 2006. Acesso em: 02 out. 2021. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/13050868/rios-urbanos-e-o-desenho-da-paisagempdf.>. Acesso em: 04 out. 2021.

CPRM. Comunidade mais segura: Mudando hábitos e reduzindo riscos de movimentos de massa e inundações. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 2007. 27 p.

DEFESA CIVIL. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE**. São João del-Rei, 199p. 2020.

DEFESA CIVIL. **Plano de contingência de proteção e Defesa Civil**. São João del-Rei,159 p. 2015.

DEFESA CIVIL. **Relatório de Constatação 49/2018**. São João del-Rei, 5p. 2018.

DEFESA CIVIL. **Relatório de Constatação 12/2019**. São João del-Rei, 3p. 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diagnóstico de São João del-Rei.** v.1, Belo Horizonte, 1984.

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuva deixa população apreensiva**. São João del-Rei, ano 2, n.º 76, p.1, 08 jan. 2000. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuva destrói casas e faz desabrigados**. São João del-Rei, ano 3, n.º 140, p.1, 07 abr. 2001. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuva alga ruas e irrita moradores**. São João del-Rei, ano 4, n.º 220, p.3, 22 mar. 2002. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Foto da semana**. São João del-Rei, ano 5, n.º 222, p.4, 22 mar. 2003. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuvas inundam ruas na Colônia do Marçal**. São João del-Rei, ano 8, n.º 376, p.2, 12 nov. 2005. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Muro de arrimo cede e residências são inundadas**. São João del-Rei, ano 6, n.º 282, p.2, 17 jan. 2004. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuvas causam prejuízos e morte**. São João del-Rei, ano 9, n.º 439, p.2, 27 jan. 2007a. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuvas volta a castigar São João.** São João del-Rei, ano 9, n.º 441, p.1, 10 fev. 2007b. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Foto da Semana**. São João del-Rei, ano 9, n.º 473, p.4, 27 out. 2007c. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuvas continuam e alagam São João del-Rei**. São João del-Rei, ano XIV, n.º 698, p.3, 14 jan. 2012a. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GAZETA DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Chuva provoca inundações em São João del-Rei**. São João del-Rei, ano XIV, n.º 707, p.3, 17 mar. 2012b. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

GUIMARÃES, Fábio Nelson. **O município de São João del-Rei aos 250 anos de sua criação: 1713 a 1963.** São João del Rei, MG: Tipografia Progresso, 54p., 1963.

HI7.CO - **Conversão hipotética dos Réis para o Atual Real**. *site* [s.l], [s.d]. Disponível em: <http://moedas.hi7.co/conversao-hipotetica-dos-reis-para-o-atual-real--56c6b91669beb.html>. Acesso em: 06 nov. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. *Online,* 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-joao-del-rei/panorama>. Acesso em: Nov. 2021.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - **BDMEP**. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 06 nov. 2021.

JORNAL DA LAVOURA E COMÉRCIO. **Doloroso desastre em São João D'el Rei**. Uberaba, ano XXXVI, n.º6.842, p.1, 23 jan. 1935. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=830461&pesq=%22S%C3%A3o%20Jo%C3%A3o%20d%27El%20Rey%22&pagfis=1173>. Acesso em: 01 out. 2021.

JORNAL DAS LAJES. **Início de ano com muita chuva na região do Campo das Vertentes**. Resende Costa, 13 fev. 2012 – online. Disponível em: <https://www.

jornaldaslajes.com.br/integra/inicio-de-ano-com-muita-chuva-na-regiao-do-campo-das-vertentes/800>. Acesso em: 06 nov. 2021.

JORNAL DE MINAS. **Chuvas causam grandes prejuízos**. São João del-Rei, ano III, n.º 43, p.1, 12 jan. 1972. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

LAET, Carlos de. **Em Minas**. São Paulo: Globo, 1993

LEÃO, Vicente de Paula; SOUZA, Carla Juscélia de Oliveira; CARVALHO LEÃO, Inês Aparecida. Enchentes na perspectiva da territorialização do espaço urbano de São João del-Rei MG. In: Giovani Seabra. (Org.). **Qualidade de vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades**. 1ed.João Pessoa PB: UFPB, 2013, v. 1, p. 37-47

LOPES, Reijane Coelho; SOUZA, Lucas Barbosa e. A questão das inundações em Palmas (TO), segundo a percepção de moradores e usuários: contribuição ao processo preventivo por meio da educação ambiental. **Revista Interface** (Porto Nacional), n. 05, 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/267890929.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MALDOS, Roberto. **Formação urbana da cidade de São João del Rei**. São João del Rei:[sn]. 2000. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/paginas/temposgeraisantigo/n4/artigos/instituto.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

MARCONDES, Maria José. **Cidade e Natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. São Paulo: Edusp, 238p.1999.

MEDEIROS, Camila Santos. **Vulnerabilidade dos sistemas de transporte em áreas de inundação: uma mudança nos padrões de mobilidade e a busca pela adaptação às alterações climáticas**. Dissertação (Mestrado Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 155p. 2019. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/77690>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MELO FILHO, Hiran; FEITOSA, Patrícia Hermínio Cunha; ROCHA, Marília Silvia Dantas. Análise dimensional do sistema de macrodrenagem de águas pluviais urbanas de Campina Grande-PB–Estudo de Caso, canal das Piabas. **Anais do X ENAU–Encontro Nacional de Águas Urbanas, São Paulo-SP**, 2014. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/6/PAP017752.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MELO, Vera Mayrinck. **Dinâmica das paisagens de rios urbanos**. XI Encontro Nacional da ANPUR Planejamento, soberania e solidariedade: perspectivas para o território e a cidade. Anais, 2005.

MINAS GERAES. Orgam Official dos Poderes do Estado (MG). **Estudos sobre a Várzea do Marçal**. [s.l], ano II, n.º 388, p.3 15 dez. 1893. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=291536&Pesq=%22S%c3%a3o%20Jo%c3%a3o%20del%20Rei%22&pagfis=3418>. Acesso em: 20 out. 2021.

MUNIS, Lauro. **Grupo Antiga São João del-Rei**. São João del-Rei, 8 de dezembro de 2017. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/groups/antigasjdr/posts/1503804623028788>. Acesso em: 02 out. 2021.

O PHAROL. **Temporal em São João del-Rey**. Juiz de Fora ano LII, n.15, p.1, 18 jan. 1917. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=258822&Pesq=%22Lenheiro%22&pagfis=34966>. Acesso em: 01 out. 2021.

O RESISTENTE. **As chuvas em São João Del-Rey**. São João del-Rei, ano IV, n.176, p.1, 19 jan. 1889a. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=221406&pesq=%22Lenheiro%22&pagfis=135>. Acesso em: 01 out. 2021.

O RESISTENTE. **Furacão.** São João del-Rei, ano V, n.224. 1, p.2, 01 out. 1889b. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=221406&pesq=%22Lenheiro%22&pagfis=192>. Acesso em: Acesso em: 01 out. 2021.

PEREIRA, Larissa de Souza. **Ouro Preto e a estética do labirinto**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 107p. 2011.

PONTE DA CADEIA. **Chuva brava**. São João del-Rei, ano III, n.º 124, p.1, 02 nov. 1969. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=847550&Pesq=%22Chuva%22&pagfis=507>. Acesso em: 01 out. 2021.

PONTE DA CADEIA. **Obras de Mário Lombardi garantem serviço o DNOS**. São João del-Rei, ano V, n.º 229, p.1, 19 dez. 1971. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=847550&Pesq=%22Chuva%22&pagfis=966>. Acesso em: 01 out. 2021.

POP NEWS. **Chuva**. São João del-Rei, 16 de maio de 2016. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/popnewsjdr2/photos/a.1022896907799050/1022896961132378>. Acesso em: 02 out. 2021.

POP NEWS. **A forte chuva que caiu no final da tarde, início da noite desta quarta-feira**. São João del-Rei, 27 de dezembro de 2017. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/popnewsjdr2/posts/1558034924285243>. Acesso em: 02 out. 2021.

POP NEWS. **Mais imagens da chuva**. São João del-Rei, 22 de dezembro de 2020. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/popnewsjdr2/posts/3547927388629310>. Acesso em: 02 out. 2021.

POP NEWS. **Um vídeo mostra o momento que o Córrego do Lenheiro transbordava.** São João del-Rei, 19 de fevereiro de 2021. Facebook: André Ribeiro. Disponível em: <https://www.facebook.com/popnewsjdr2/videos/435429267902580/>. Acesso em: 02 out. 2021.

POSSA, Evelyn Márcia; VENTORINI, Silvia Elena. Expansão urbana para áreas de risco de inundação e de movimento de massa: o estudo no município de São João del-Rei - MG. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, p. 49-67, 2014.

RISÉRIO, Antônio. **A cidade no Brasil**. 2Ed. São Paulo: Editora 34, 2013.

SACRAMENTO, José Antônio de Ávila. Breves subsídios para a história do saneamento básico em S. João del-Rei. **Blog Pátria Mineira**, São João del-Rei, s.d. Disponível em: <http://www.patriamineira.com.br/imagens/img_noticias/212425290610_Breves_subsidios_para_a_historia_do_Saneamento_Basico_em_Sao_Joao_del-Rei_-_MG_-_Corrego_da_Agua_Limpa.pdf>. Acesso em: 02. Out. 2021.

SANTOS, Thiago Gonçalves; VENTORINI, Silvia Elena. Mapeamento digital das áreas propícias às enchentes e inundações na bacia do Córrego do Lenheiro em São João del-Rei - MG. **Percursos** (Florianópolis), v.18, p. 95-124, 2017.

SANTOS, Thiago Gonçalves; VENTORINI, Silvia Elena. Mapeamento de áreas suscetíveis aos desastres humanos de natureza na bacia do córrego do Lenheiro, Minas Gerais, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, v.1, p.162-181, 2018.

SILVEIRA, Álvaro Astolfo. Estudo meteorológico relativo a São João d'El-Rei. **Boletim da Commissão Geographica de Minas Geraes**. v.3, n.4. Rio de Janeiro, 1896. – Acervo da Biblioteca de obras raras de Ouro Preto.

TRIBUNA SANJOANENSE. **Enchentes causam prejuízos**. São João del-Rei, ano IX, n.º 202, p.1, 20 jan. 1978. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

TRIBUNA SANJOANENSE. **Insistentes chuvas causam greves e prejuízos**. São João del-Rei, ano XIV, n.º 402, p.1, 21 jan. 1983. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

TRIBUNA SANJOANENSE. **DAMAE: Danos superam 140 milhões**. São João del-Rei, ano XXIII, n.º 662, p.1, 16-25 fev. 1992. (Acervo da Biblioteca Municipal Baptista Caetano d'Almeida).

ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Editora da Unesp, 2010.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida; TEIXEIRA, Ana Luiza; VENTORINI, Silvia Elena. FERREIRA, André Barbosa Ribeiro; SANTOS, Thiago Gonçalves. A cartografia de síntese e as estruturas verticais e horizontais da paisagem em ambientes urbanos suscetíveis à inundação. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. 1-16, 2021.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida; VENTORINI, Silvia Elena. A Cartografia de síntese, o ambiente e a paisagem: caminhos, desafios, perspectivase proposta metodológica. **Publicações avulsas: Geografia**, UFPI, Teresina/PI, vol. 22, n. 3, p. 120-157. 2021 Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/12022>. Acesso em:Jan.2022.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4002

THE PARIS AGREEMENT IN THE CONTEXT OF THE ECONOMIC THEORY OF DEGROWTH - MAPPING AND ANALYSIS OF IDIOSYNCRASIES

O ACORDO DE PARIS NO CONTEXTO DA TEORIA ECONÔMICA DO DECRESCIMENTO - MAPEAMENTO E ANÁLISE DE IDIOSSINCRASIAS

EL ACUERDO DE PARÍS EM EL CONTEXTO DE LA TEORÍA ECONÓMICA DEL DECRECIMIENTO - MAPEO Y ANÁLISIS DE IDIOSINCRASÍAS

Raphael de Carvalho Aranha[1]

ABSTRACT: The present work aims to map and analyze the idiosyncrasies between the economic theory of degrowth and the central precepts of the Paris Agreement. Bibliographical references are presented around environmental and economic reflections regarding the crisis that humanity has reached in the face of the industrialization process. The theme was divided into three parts: atmosphere and climate change, conventions on climate change, and degrowth and development, which served to generate a theoretical framework for the conclusion of the research.

Keywords: Degrowth. Development. Paris Agreement. Idiosyncrasies. Climate Changes.

RESUMO: O presente trabalho objetiva mapear e analisar as idiossincrasias entre a teoria econômica do decrescimento e os preceitos centrais do Acordo de Paris. São apresentados referenciais bibliográficos em torno das reflexões ambientais e econômicas a respeito da crise que a humanidade alcançou diante do processo de industrialização. A exposição da temática foi dividida em três partes: atmosfera e mudanças climáticas, convenções sobre mudanças no clima e decrescimento e desenvolvimento, que serviram para gerar um arcabouço teórico sedimentado para a conclusão da pesquisa.

Palavras-chave: Decrescimento. Desenvolvimento. Acordo de Paris. Idiossincrasias. Mudanças Climáticas.

1 Master degree in Geography at Pontifical Catholic University of São Paulo and bachelor in Geography at Federal University of Rio de Janeiro. Visiting professor - MBA in Hospitality at the Faculty of Hotel Technology, Gastronomy and Tourism of São Paulo (HOTEC), where he taught Tourism, Environmental Management, Events and Human Resources. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7500-9726. E-mail: raphageoufrj@gmail.com.

Artigo recebido em março de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo mapear y analizar las idiosincrasias entre la teoría económica del decrecimiento y los preceptos centrales del Acuerdo de París. Se presentan referencias bibliográficas sobre las reflexiones ambientales y económicas sobre la crisis a la que ha llegado a la humanidad frente al proceso de industrialización. La exposición del tema se dividió en tres partes: atmósfera y cambio climático, convenciones sobre cambio climático y decrecimiento y desarrollo, que sirvieron para generar un marco teórico sólido para la conclusión de la investigación.

Palabras clave: Decrecimiento. Desarrollo. Acuerdo de París. Idiosincrasias. Cambios climáticos.

INTRODUCTION

Human beings, especially following the Industrial Revolution, have been gradually altering the geographical space and and becoming the main modifier of natural space. Among the many environmental problems that accelerated following that mark in the history of humanity, we highlight climate change. Billions of tonnes of gases such as carbon dioxide (CO2), methane (CH4), nitrous oxide (N2O), perfluorocarbons (PFCs) and water vapor are being deployed in the atmosphere. The majority of the scientific community corroborates the understanding that the anthropic emission of greenhouse gases (GHG) is the main cause for the onset of global warming, the most prominent phenomenon associated with climate change.

The Industrial Revolution also caused an acceleration in economic growth. From the point of view of production processes, fast and massive production became necessary, which prompted the use of machinery as productive tools. The necessary production capability was found in new and denser energy sources such as carbon and oil, which were adopted in large scale.

The resulting sum of economic growth and environmental problems, particularly climate change — the object of study of this paper —, motivated research in economic degrowth as an alternative for preserving the environment.

The following question guided the elaboration of this research: Does the economic theory of "degrowth" adhere to the central precepts of the Paris Accord?

Exposition of the theme of this article has been divided in four parts: a) atmosphere and climate change, to introduce discussion on climate dynamics and the anthropic influence on the system; b) climate change conventions that result from global worries on GHG emissions from human activity and the subsequent change in global climate; c) degrowth and development, showing the main thoughts of degrowth theory scholars.

In this research, a systematic study of works dealing with different aspects of the concept of degrowth was carried out. A critical comparison between them was made in order to clarify their positive aspects and relations. Moreover, this work reflected on official Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) data on greenhouse gas emission on Earth's atmosphere and, from this starting point, elaborated an interdisciplinary approach which allowed an understanding of the perspectives of degrowth theory.

THEME EXPOSITION

Atmosphere and Climate Change

The atmosphere and Earth's climates result from external and internal forces acting on the planet. We must first consider solar energy, the main responsible for Earth's climate system. The amount of solar energy is uneven on the planet due to the inclination of Earth's rotation axis and its orbit, which create the seasons. Therefore, considering the absence of obliquity (that is, the non-existence of a deviation from perpendicularity) of earth's rotation axis, air temperature is higher on the tropics and decreases toward the poles in both hemispheres. Likewise, the climactic system redistributes the energy surplus to the poles. Radiation incident on the surface depends on latitude. A larger amount of radiation hits a unit of area at the Equator than at the poles. We must also consider the uneven absorption and reflection mechanisms that aggravate the radiation distribution (Kandel 1990). The combination of insulation and energy redistribution determines the geographic patterns of temperature, precipitation, ice and vegetation.

Geothermal energy, produced in Earth's interior, completes the group of primary sources that originate climate and form our atmosphere. Alteration in these sources affects climate. Volcanic activity and variation in the number of sunspots are well-known examples (CONTI, 2000). In 1924, work performed by Serbian geophysicist Milutin Milankovitch (1879-1958) showed that Earth has gone through a series of climate variations, alternating glacial and interglacial periods, in approximately 100,000-year cycles, determined by modifications in Earth's orbit. These cycles condition the amount of energy received by the planet. At the same time, they influence the temperature and composition of the atmosphere, mainly with respect to CO_2 (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

From circa one million years ago, CO_2 concentration has oscillated between 180 parts per million (ppm) during glacial periods and 280 ppm in warmer episodes. Approximately 12,000 years ago, Earth has been going through warm interglacial periods. In 1850, atmospheric CO2 concentration was 270 ppm, very close to the maximum level. Had this cycle not been disturbed, Earth would have entered more rapidly in a new glacial era, for a period of no less than 18,000 years (DURAND, 2007). However, the Milankovitch cycles reveal that the cooling rate that leads to glacial periods is very slow, almost imperceptible to human time scales. Some thousands of years are necessary to reduce Earth's average temperature by 1°C (RODRIGUES FILHO; SANTOS, 2011).

However, human beings, starting from the Industrial Revolution — that is, the last quarter of the 18th century —, have been gradually altering the geographic space and becoming the main modifier of natural space. Therefore, humanity is also responsible for climate change.

The majority of the scientific community corroborates the understanding that anthropic emission of greenhouse gases (GHG) is the main cause for the intensification of global warming, the most prominent phenomenon associable with climate change.

In fact, the IPCC in its recent Fifth Assessment Report — AR 5 (IPCC 2014), emphasizes that human influence on climate change is clear and growing, with impacts observed in every continent and ocean.

Many of the observed changes since the 1950s are unprecedented in thousands of years. IPCC (2014) points out with 95% accuracy that humans are the main cause of present day global warming. Besides, the AR 5 indicates that the more human activities impact climate, the larger in severity the risk of irreversible impacts on people and ecosystems become and the more expressive long term changes become in all climate components.

Conventions on Climate Change

In the 1980s, scientific evidence relating GHG emission from human activity with global climate change started raising public awareness. They also inspired a series of international conventions appealing to the urgency of a global treatise o face the problem. In 1990, the United Nations General Assembly responded to these appeals by establishing the Intergovernmental Negotiation Committee for the Framework Convention on Climate Change.

The Intergovernmental Negotiation Committee for the Framework Convention on Climate Change penned the Convention manifesto and adopted it in 1992 at the United Nations headquarters in New York. The Convention was opened for signatures in July 1992 at the Earth Summit in Rio de Janeiro. It was signed during the meeting by statesmen and other authorities from 154 nations and entered into force in 1994.

The Conference of the Parties (COP) — the supreme part of the Convention — gathered for the first time in early 1995 in Berlin. Two years later, in Kyoto, a consensus decision was reached to adopt a Protocol under which industrialized countries would reduce their combined greenhouse gas emissions by at least 5% with respect to 1990 levels. Main polluting countries such as the United States and China did not subscribe to those measures. The measure is inefficient, since the scientific community advises for urgent reduction by at least 60% of those damaging gases (BOFF, 2015).

The Paris Agreement, established in 2015 through the 21st Conference of the Parties (COP21), has the goal of strengthening global response to the threat of climate change and to reinforce countries' capabilities to deal with the impacts resulting from these changes. The Agreement was approved by 195 countries with the goal of reducing GHG emissions in the context of sustainable development. In order to reach the final goal of the Agreement, governments were involved in building their own commitments through the so-called Nationally Determined Contributions (NDC), as explained by Rose et al (2017):

> In the near-term, the Paris Agreement consists of emissions reduction pledges--nationally determined contributions or NDCs--by nearly all the world's countries for the 2030 timeframe. Participation in the agreement is broad, with countries offering pledges representing almost all of the world's current anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions. However, the pledges of

> many lower-income countries are conditional on international financial and technical assistance. Countries with conditional pledges or no pledges account for roughly 30% of global emissions but over 50% of the current global population, and their share of both global emissions and population is likely to increase in the future (ROSE et al. 2017, p.256)

The Agreement consists of 29 articles and aims to keep the global average temperature increase well below 2°C with respect to pre-industrial levels and to commit efforts to limit this increase in temperature to 1.5°C with respect to pre- industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change and would increase the capacity to adapt to negative climate change impacts as well as promote resilience to climate change and the development of low greenhouse gas emission in a way that does not hinder food production.

Degrowth and Development

Since the 1990s, the discourse of sustainable development represented the hegemonic, and supposedly consensual, language to consider the relationship between environment and society (LÉNA, 2012).

Nascimento (2013), in this sense, succinctly distinguishes economic growth, sustainable growth and degrowth (Table 1).

Table 1. Currents of development and degrowth.

Economic Development	Puts its hopes in technological advancement and in the market sphere
Sustainable Development	Believes in state action, privileging the government sphere.
Degrowth	Moves towards mobilization of social actors, believing in cultural and ethical change.

Source: Adapted from Nascimento (2013).

Moreover, the term "development", according to Rist (2012), was a trick by the system to extend the hegemony of capitalism on the entire planet, transforming nature and social relations in merchandise.

To Löwy (2012), the fundamental cause of environmental degradation is found in the process of accumulation of capital and its necessity of limitless expansion, that is, capitalism demands endless growth in productivity (HOBSBAWN, 1995). On that note, Alier (2012) claims that all economic growth implies environmental conflict, and this means that economic growth is unsustainable. In other words, growth is ecologically impossible (LATOUCHE, 2012).

Current societies are moved by principles that must be questioned (CAVALCANTI, 2012). Consumerism is the locomotive that brings a series of symbolic meanings (e.g., pleasure, success and happiness), in general superfluous, and which promote the acquisition

of wealth beyond what is necessary. It is an important observation by Kempf (2012) that social classes copy the consumerist behavior of the upper class. The aforementioned author claims that in the political sphere societies block environmental policies, such that the seating reformist ecology may end up paralyzed or subject to the interests of the powerful influencers of government. This is the reason for the inefficacy of measures taken in the national scheme and the failure of international conferences.

Chesnais (2012) believes that there must be a radical questioning of the principles of the growth society and that it is necessary to rebuild society around Other values.

Grass (2012) criticizes vehemently the vision of progress as a succession of inescapable steps that all must overcome, following the model of old industrialized countries. To him, southern countries imported the imaginary of northern countries such as, for example, gigantism, pillaging of resources, increasing flow of merchandise.

According to Besson-Gerard (2012), we live a systemic, global and generalized crisis and we must depart to an anthropological conversion, that is, following towards voluntary poverty instead of enduring imposed misery. He adds that the planet will not support the mad demands of our predatory species for much longer.

However, there can be development without growth (CAVALCANTI, 2012). In the words of Jackson (2013*)*: *"Besides provision and shelter, prosperity consists in our capacity to participate in society life, in our feeling of shared meaning and purpose and in our capacity to dream"* (JACKSON, 2013, p.128). Welfare is connected to having access to everything human beings should have by right. Healthy food, decent habitation, good quality services such as healthcare, security and education, satisfying jobs etc. We believe that real prosperity transcends material concerns, for it resides in loving our neighbor.

To Veiga & Issberner (2012), there must be a successor of GDP as an indicator of development; they recommend the creation of indicators that incorporate quality of life, inequality, carbon footprint, water footprint and biodiversity.

Garcia (2012) claims that the welfare movement is a heterogeneous one, in which one may find values of State and market autonomy, of resistance against development. This movement values community, cultural identity, locations and territories with interests in preserving the local environment.

Tim Jackson showed us brilliantly that a few countries have conquered remarkable levels of flourishing with only a fraction of the available income of richer countries. The author mentioned countries such as Cuba, Chile and Kazakhstan as examples: child mortality is as low in Cuba as in the United States; life expectancy in Chile is longer than in Denmark; Kazakhstan displays higher education participation rates than Japan (JACKSON, 2013).

CONCLUSION

We conclude that the economic theory of "degrowth" is not consistent with the central precepts of the Paris Agreement. For that purpose, we list a few reasons: a) the term "degrowth" is not present in any of the 29 articles of the Paris Agreement; b) the

agreement defends economic growth (article 10), which is totally incompatible with the central ideas of degrowth theory; c) sustainable development, criticized by degrowth scholars, is one of the goals of the agreement; d) degrowth symbolizes the necessity of integral rupture, in which it is not possible to accept concepts such as "green growth" or "sustainable development".

Finally, not least importantly, we must always recall the words of economist and mathematician Nicholas Georgescu-Roegen, which echoed in the work of Serge Latouche: "infinite growth is incompatible with a finite world" (LATOUCHE, 2009, 14).

REFERENCES

BESSON-GIRARD, Jean-Claude. Por uma conversão antropológica: o decrescimento é a saída do labirinto. In: **Enfrentando os limites do crescimento:** sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 371-380. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: O que é – O que não é. Petrópolis: Editora Vozes. 2015.

BURSZTYN, Marcel; BURSZTYN, Maria, A. **Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

CAVALCANTI, Clóvis. Só existe desenvolvimento sustentável: a economia como parte da natureza. In: **Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade**. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 185-200. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

CHESNAIS, François. Alguns marcos teóricos e políticos para a construção de uma postura ecológica revolucionária. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 157-170. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

CONTI, José. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: **Variabilidade e mudanças climáticas**: implicações ambientais e socioeconômicas. Org. Maringá: Eduem, 2000, p.17-28. 2000.

DURAND, Frédéric. **Le réchauffement climatique en débats**: incertitudes, acquis et enjeux. Paris: Ellipses. 2007.

GARCIA, Ernest. Decrescimento e bem viver: algumas linhas para um debate adequado. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 201-228. Rio de Janeiro: Garamond. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

GRASS, Alain. A mega-máquina da globalização e do desenvolvimento insustentável: retornar à simplicidade. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 45-54. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report**: Climate Change 2014: The AR5 Synthesis Report. Available in: <https://www.

ipcc.ch/report/ar5/>. (consultado em outubro dos 2021). 2014.
JACKSON, Tim. **Prosperidade sem crescimento** – vida boa em um planeta finito. São Paulo: Abril. 2013.
KANDEL, Robert. **A evolução dos climas**. Lisboa: Terramar. 1990.
LATOUCHE, Serge. O decrescimento. Por que e como? In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p-171-184. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
LATOUCHE, Serge. Pequeno tratado do crescimento sereno. São Paulo: Martins Fontes. 2009.
LÉNA, Philippe. Os limites do crescimento econômico e a busca pela sustentabilidade: uma introdução ao debate. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p-23-44. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
LÖWY, Michael. Crise ecológica e crise da civilização: a alternativa ecossocialista. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 147-156. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
MARTÍNEZ-ALIER, Joan. Justiça ambiental e decrescimento econômico: a aliança dos dois movimentos. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 55-78. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
NASCIMENTO, Elimar. P. Sustentabilidade: o campo de disputa de nosso futuro civilizacional. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 415-434. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
NASCIMENTO, Elimar. P. **Trajetória da sustentabilidade**: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estud. av.[online]: 51-64. 2012. DOI: 10.1590/S0103-40142011000300019.
RIST, Gilbert. O decrescimento para todos? In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 135-146. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.
RODRIGUES FILHO, Saulo; SANTOS, Andréa S. **Um futuro incerto**: mudanças climáticas e a vida no planeta. Rio de Janeiro: Garamond. 2011.
ROSE, Steven. K. et al. 2017. **The Paris Agreement and next steps in limiting global warming**. Climatic Change: 142-255. DOI:10.1007/s10584-017-1935-y.
VEIGA, José. E.; ISSBERNER, Liz-Rejane. Decrescer Crescendo. In: **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Orgs. LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. p. 107-134. Rio de Janeiro: Garamond. 2012.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4003

MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO (PI): UMA ANÁLISE INTEGRADA

MAPPING OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN THE MULATO RIVER WATERSHED (PI): AN INTEGRATED ANALYSIS

MAPEO DE FRAGILIDAD AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO MULATO (PI): UN ANÁLISIS INTEGRADO

Karoline Veloso Ribeiro[1]
Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque[2]

RESUMO: Este artigo segue um modelo para determinar a fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato, estado do Piauí, por meio da análise integrada das variáveis: declividade, pluviometria, solos, uso e cobertura da terra. Fundamentado em conceitos que norteiam a ciência geográfica pelo viés sistêmico, a metodologia empregada considerou a proposta metodológica de Ross (1994), ao determinar as condições de estabilidade e instabilidade do ambiente, a partir do dinamismo configurado na paisagem. A pesquisa apontou um crescimento econômico relacionado à produção agrícola, e as variáveis utilizadas e analisadas explicam a correlação entre as classes de maior e menor fragilidade ambiental, frente aos usos estabelecidos pela ação antrópica. Conclui-se que a análise da fragilidade ambiental representa um importante instrumento de planejamento ambiental, pois identifica áreas prioritárias para o manejo conservacionista, visando elaborar diretrizes para o ordenamento territorial na área da bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI).

Palavras-chave: Ambientes frágeis. Geotecnologias. Planejamento Ambiental.

ABSTRACT: This paper is based on a model to determine the environmental fragility in the Mulato River watershed, state of Piaui, through the integrated analysis of the variables: slope, rainfall, soils, land use/land cover. Based on concepts that guide Geography in a systemic bias, the methodology considered the methodological proposal of Ross (1994),

1 Doutoranda em Geografia - Universidade Federal do Ceará. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2697-6098. E-mail: karolvelosogeo@outlook.com.
2 Professor do Curso de Geografia - Universidade Federal do Piauí. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3051-3301. E-mail: lindemberg@ufpi.edu.br.

Agradecimento: À Capes, pelo financiamento dessa pesquisa.

Artigo recebido em março de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

determining the conditions of stability and instability of the environment, considering the dynamism configured in the landscape. The research pointed to an economic growth related to agricultural production, and the variables used and analyzed explain the correlation between the classes with greater and lesser environmental fragility, in face of the uses established by anthropic action. It's concluded that the analysis of environmental fragility represents an important instrument of environmental planning, once it identifies priority areas for conservation management, aiming to develop guidelines for spatial planning in the area of the Mulato River watershed (PI).

Keywords: Fragile environments. Geotechnologies. Environmental planning.

RESUMEN: Este artículo sigue un modelo para determinar la fragilidad ambiental en la cuenca del río Mulato, estado de Piauí, por medio del análisis integrado de las variables: pendiente, precipitación, suelos, cobertura del suelo y uso. A partir de conceptos que orientan la ciencia geográfica desde una perspectiva sistemática. Los lineamientos empleados consideran la propuesta metodológica de Ross (1994), al determinar las condiciones de estabilidad e inestabilidad del medio, a partir del dinamismo configurado en el paisaje. La investigación apuntó a un crecimiento económico relacionado con la producción agrícola, las variables utilizadas y analizadas explican la correlación entre las clases de mayor y menor fragilidad ambiental, en comparación a los usos establecidos por la acción antrópica. Se concluye que el análisis de fragilidad ambiental representa un importante instrumento de planificación ambiental, una vez que identifica áreas prioritarias para la gestión de la conservación, con el objetivo de desarrollar directrices para el ordenamiento del territorio en el área de la cuenca del Río Mulato (PI).

Palabras clave: Ambientes frágiles. Geotecnologías. Planificación ambiental.

INTRODUÇÃO

A humanidade, ao longo de seu processo histórico, encontrou na natureza as condições necessárias para o seu desenvolvimento. Assim, elaborou técnicas capazes de transformar os espaços naturais e extrair os recursos necessários para satisfazer suas necessidades (SANTOS, 2011).

Ao se apropriar do território e dos recursos naturais, a ação humana transforma rapidamente a paisagem natural, com muito mais intensidade que a ação da natureza, provocando alterações nos fluxos energéticos e gerando impactos no ambiente. Esses impactos podem atingir diferentes magnitudes de acordo com as características das áreas onde se processam as modificações e, assim, apresentar classes maiores de fragilidade em algumas porções do estrato geográfico (TROMBETA *et al*., 2014).

Nesse viés, é de fundamental importância que haja uma preocupação por parte dos planejadores e gestores públicos, devendo-se atentar não apenas para as potencialidades

dos recursos, mas também às fragilidades dos ambientes naturais face as diferentes inserções do homem na natureza (ROSS, 1994). É necessário, ainda, que se faça um estudo integrado do ambiente, objetivando definir as áreas que requerem maior proteção ou que apresentem maiores restrições, quanto ao uso e ocupação, além daquelas que necessitam de ações diferenciadas para a gestão por parte dos órgãos governamentais.

Nesta acepção, a pesquisa objetivou analisar a fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato (BHRM), estado do Piauí, na perspectiva do planejamento ambiental, onde puderam ser delineadas, de forma integrada, a fragilidade dos ambientais naturais e antropizados na área em epígrafe.

Cabe destacar que o conceito de fragilidade ambiental levou em consideração as intervenções que transformam os ambientes naturais. Contudo, este conceito é uma medida da sensibilidade intrínseca dos ecossistemas às pressões ambientais, associadas a quaisquer ameaças que sejam capazes de perturbar o equilíbrio de um sistema (RATCLIFFE, 1971).

Dessa forma, a pesquisa é motivada pela importância que o tema apresenta no sentido de fornecer informações objetivas e precisas enquanto instrumento que tende a delinear um quadro sinóptico das diferentes classes de fragilidade ambiental da área, tendo em vista as limitações impostas pelo quadro natural.

Ao partir da interpretação do ponto de vista da relação sociedade-natureza, suscita profundas preocupações no seio da sociedade e no campo científico, ao pensar uma organização que contribui significativamente não apenas com o equilíbrio, mas também com a estabilidade desse espaço natural. Daí a necessidade de analisar os aspectos socioambientais de maneira integrada, fornecendo uma percepção mais ampla do meio natural e de seus condicionantes, sobretudo através de suas conexões.

METODOLOGIA

A escolha de uma metodologia além de constituir parte primordial para garantir confiabilidade numa pesquisa científica, deve atender aos seus objetivos propostos. Logo, esta pesquisa necessitou de uma abordagem que permitisse a integração dos componentes ambientais e sociais presentes na paisagem.

Dessa forma, a mesma encontra-se fundamentada em conceitos que norteiam a ciência geográfica pelo viés sistêmico, pautada em autores como Sotchava (1977), Tricart (1977), Ross (1994), Souza (2000), entre outros, possibilitando, assim, o estudo ambiental integrado e a compreensão da relação existente entre natureza e sociedade.

De posse desse instrumental teórico-metodológico, a Geografia assume um papel preponderante frente a esta temática, ao caracterizar-se como uma ciência de integração, pois precisa incluir a ação e o papel das sociedades na análise dos aspectos físicos da natureza. Nesse momento, a ideia de paisagem integrada emerge como conceito-chave, em face do inter-relacionamento dos diversos componentes que a constituem (MARQUES NETO, 2008).

Esta abordagem, considerada instrumento de aplicabilidade da Teoria Geral dos Sistemas, preconizado por Tricart (1977) na Geografia, é outro viés abordado na pesquisa,

ao determinar as condições de estabilidade e instabilidade do ambiente, a partir do dinamismo configurado na paisagem. Cabe mencionar que a aplicação dos pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas, aos estudos geográficos, serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com mais clareza o campo de ação desta ciência, além de revigorar muitos dos seus conceitos tradicionais (CHRISTOFOLETTI, 1990).

A abordagem sistêmica oferece um conjunto sistemático de informações em perspectiva integrada, que norteia o desenvolvimento das investigações sobre a questão ambiental, cabendo à Geografia apontar as potencialidades e fragilidades do meio físico, cujas análises devem ser suficientemente abrangentes e capazes de avaliar as condições dos recursos naturais, sempre acentuando a importância de se considerar os aspectos socioeconômicos e de uso da terra.

Assim sendo, a ciência geográfica tem um papel de destaque, uma vez que estuda o ambiente numa perspectiva de totalidade, ou seja, sistêmica, ao envolver as condições bióticas, abióticas e as transformações ensejadas pelas sociedades humanas (GUERASIMOV, 1980). Nessa conjuntura, tem-se uma visão que concebe a natureza de forma integrada, onde nada pode ser entendido separadamente, em que vários campos de estudos podem ser não unificados, mas complementados (VALE, 2012).

Nesse viés, Sotchava (1977) propôs uma classificação baseada nos estudos sistêmicos, em que propõe a noção e o conceito de geossistema, baseado não apenas nos estudos dos componentes da natureza, mas também nas relações entre eles, utilizando os princípios da Teoria Geral dos Sistemas e a noção de paisagem integrada (MENDONÇA, 1989).

Dessa forma, é imprescindível a análise das relações estabelecidas entre os processos geoecológicos e sociais, na medida em que os efeitos desencadeados nos sistemas naturais, ensejados pelas intervenções das atividades socioeconômicas, afetam, sobremaneira, a estrutura e a dinâmica dos sistemas ambientais (SANTOS, 2011). Nesta perspectiva, Souza, et al. (2009) enfatizam que é somente mediante análises setoriais que se pode chegar à síntese de organização dos componentes ambientais.

Ao seguir os preceitos das Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), Ross (1994) propôs um método de análise empírica na determinação da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Este sintetiza diferentes padrões de fragilidade em Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Instabilidade Potencial) e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (Instabilidade Emergente).

Destaca-se que a primeira são as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em seu estado natural. A segunda foi definida como sendo aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente o ambiente natural, através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas (ROSS, 1994).

Com base nesse princípio, os processos naturais e os processos socioeconômicos atuantes na bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI), foram compreendidos na perspectiva sistêmica, no intuito de compreender o funcionamento e a dinâmica da paisagem, como forma de construir cenários de utilização mais adequados, e que visem à sustentabilidade do desenvolvimento.

MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL

O procedimento para a determinação e mapeamento da fragilidade ambiental consistiu em uma análise multicriterial que teve como base a metodologia proposta por Ross (1994). A aplicação do método se baseou na integração das variáveis ambientais, a saber: declividade, solos, pluviometria, uso e cobertura da terra. A partir da interpretação dos mapas temáticos foram definidos critérios para a classificação e hierarquização dos planos de informação e do grau de fragilidade ambiental, conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Proposição de Ross (1994) para as classes de fragilidade.

Fragilidade	Qualitativa	Numérica
Fragilidade Potencial e Emergente	Muito Baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Alta	4
	Muito Alta	5

Fonte: Ross (1994). Organização: autores (2022).

Para a criação da base de dados, primeiramente, realizou-se a delimitação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Mulato (BHRM), por meio de cotas altimétricas, utilizando como base as curvas de nível com equidistância de 30 metros, no sentido de vetorizar/digitalizar as principais informações da bacia hidrográfica e de seus limites topográficos. Os dados foram obtidos junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), a partir da aquisição das imagens MDE (Modelo Digital de Elevação), da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

Em seguida, a pesquisa consistiu na aquisição de dados físico-ambientais para que fosse procedida à caracterização dos componentes ambientais (geologia, geomorfologia, recursos hídricos, solos, vegetação). Destarte, o levantamento das informações referentes à caracterização dos componentes ambientais e socioeconômicos foram obtidas em instituições públicas, sendo estes cruciais para a compreensão da realidade da BHRM, a saber:

– Delimitação da drenagem superficial: seguiu a modelagem hidrológica a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) e da compilação de dados já existente na área, além da interpretação visual de imagens de satélite, com auxílio de relevo sombreado. Na sequência, foi gerado um *raster* de direção de fluxo do escoamento hídrico, seguido pela vetorização da drenagem;

– Mapa Hipsométrico e clinográfico: dados obtidos junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2018), a partir da aquisição dos dados MDE, da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Desta forma, as classes de declividade seguiram a proposta de Ross (1994), conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Classes de declividade.

Relevo	Classes (%)	Categorias hierárquicas	Classes de Fragilidade
Plano	0 - 6	Muita fraca	1
Suave Plano	6 - 12	Fraca	2
Suave Ondulado	12 - 20	Média	3
Ondulado	20 - 30	Forte	4
Forte Ondulado	> 30	Muito forte	5

Fonte: Ross (1994). Organização: autores (2022).

A melhor compreensão do algoritmo utilizado para extrair a declividade da imagem matricial, considera a triangulação composta pela altura, base e declividade, podendo ser expressos, em aplicação prática, pela Equação 1:

$$D = \left(\frac{h}{b}\right) * 100 \qquad (1)$$

Onde:
D: Declividade do terreno.
h: Altura entre dois pontos BC (equidistância vertical).
b: Distância horizontal entre dois pontos AC.

Atenta-se para o fato de que o cálculo da declividade em plataforma SIG é realizado com base nos valores altimétricos dos pixels adjacentes e segue o princípio da equação de declividade encontrada em Dunn e Hickey (1998). Após esta etapa, a informação de declividade foi reclassificada, o que permitiu delimitar os intervalos de classes de declividade, conforme a proposição de Ross (1994).
– Dados Pluviométricos fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA); com base na pluviometria média (mensal e anual) foi possível obter dados pluviométricos a partir de cinco postos que se encontram no interior e nas proximidades da área da bacia, seguindo uma escala temporal de onze anos (1992 a 2002).

Para a espacialização dos dados climáticos, realizou-se a conversão das linhas de isoietas em pontos. Assim, por meio dos pontos de referência pluviométrica, foi possível realizar a espacialização através do método *Inverse Distance Weighted* – IDW.

A respeito dessa variável (regime pluviométrico), é importante mencionar que esta, mesmo não incluída na metodologia original aplicada por Ross (1994), foi incluída por Spörl (2007) e validada por Ross em estudos posteriores. Neste sentido, seguem as características pluviométricas para compreender as classes de fragilidade (Quadro 3).

Quadro 3. Classes de fragilidade das características pluviométricas.

Classes de fragilidade		Pluviometria
Numérica	**Qualitativa**	
1	Muito baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes não muito superiores a 1000 mm/ano.
2	Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.
3	Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses de inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4	Alta	Situação pluviométrica com 90% das chuvas durante o primeiro semestre do ano, nos meses de janeiro a abril, e irregularidade das precipitações, em decorrência da má distribuição das chuvas, nos meses que se seguem.
5	Muito Alta	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semiárido).

Fonte: Ross (1994). Organização: autores (2022).

- Dados de solos dados obtidos junto à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE, 2014), seguindo as diretrizes propostas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013); no intuito de estimar as classes de fragilidade dos mesmos, conforme é retratado no Quadro 4.

Quadro 4. Tipos de solos e suas respectivas classes de fragilidade.

Classes de fragilidade		Tipos de Solos
Numérica	**Qualitativa**	
1	Muito baixa	Latossolo vermelho e Latossolo vermelho-amarelo de textura argilosa.
2	Baixa	Latossolo amarelo e vermelho-amarelo de textura média/argilosa.
3	Média	Chernossolos; Argissolo vermelho; Argissolo vermelho-amarelo de textura média/argilosa.
4	Alta	Argissolo vermelho-amarelo de textura média/arenosa.
5	Muito Alta	Argissolo com cascalho; Neossolo Litólico.

Fonte: Ross (1994). Organização: autores (2022).

– Mapa de uso e cobertura da terra: dados obtidos junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) a partir do uso de imagens do satélite *Landsat* 8 do sensor *Operational Land Imager* – OLI, órbita 219/64, cenas 4, 5, 6 e 8, datadas de 28 de setembro de 2020.

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado a partir da classificação das imagens do *Landsat* 8, sendo que este mapeamento foi realizado por quatro etapas principais, a saber: I) Pré-processamento; II) Realce; III) Classificação; e IV) Exatidão da classificação.

No processo de classificação, foi utilizada a Classificação Supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança (pixel a pixel). Primeiramente, há a criação das assinaturas de cada amostra, e na sequência empregou-se o algoritmo de classificação. Após esta etapa, converteu-se a informação classificada para um formato vetorial, já que a informação original se encontra em formato *raster*.

Com o uso desse algoritmo, obteve-se a correlação das informações entre os pontos classificados (suas classes) com os pontos do espaço amostral (70 pontos). Ressalta-se que para cada classe de uso e cobertura da terra foram obtidas coordenadas georreferenciadas *in loco*, com o uso de um aparelho GPS, as quais foram superpostas ao mapeamento.

A seguir, houve a geração da matriz de confusão (Tabela 1) por meio da correlação existente entre as amostras e a imagem classificada, calculando, assim, a matriz de confusão, a fim de obter os resultados do índice *kappa* (Equação 2) e de acurácia global (Equação 3).

Tabela 1. Matriz de confusão gerada e organizada no Excel.

Classes	A	B	C	D	E	F	G	Total
A	7	0	1	1	0	0	0	9
B	0	10	0	0	0	0	0	10
C	2	0	8	0	0	0	1	11
D	0	0	0	9	0	0	2	11
E	0	0	1	0	10	1	0	12
F	0	0	0	0	0	9	0	9
G	1	0	0	0	0	0	7	8
Total	10	10	10	10	10	10	10	70

Fonte: Organização dos autores (2022).

$$\hat{K} = \frac{N\sum_{i=1}^{k} x_{ii} - \sum_{i=1}^{k} (x_{i+}.x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{k} (x_{i+}.x_{+i})} \qquad (2)$$

$$= \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} x_{ii}}{N} \right) \qquad (3)$$

Acurácia Global

Onde:

$K\hat{}$: valor estimado do índice *Kappa;*

k: número de linhas da matriz de confusão;

$X_{ii:}$ número de observações na linha i e coluna i;

$\sum_{i=1}^{k} x_{ii}$: soma dos elementos da matriz em sua diagonal principal;

X_{i+}: soma total das observações para as linhas;

X_{+i}: soma total das observações para as colunas;

N: número de observações total.

Ressalta-se que os índices estatísticos de acurácia global e de *kappa* são tradicionalmente usados na validação de mapeamento temáticos. É obtido mediante a adoção de uma referência (matriz de confusão) para comparação dos mapeamentos produzidos; e retrata o grau de concordância dos dados, gerando, assim, um aspecto de confiabilidade e precisão dos dados classificados (PERROCA; GAIDZINSKI, 2003).

Recorreu-se, ainda, a classificação proposta por Landis e Koch (1977), que estabelece seis níveis de concordância para o Índice *Kappa* (Quadro 5).

Quadro 5. Qualificação do Índice Kappa.

Índice Kappa	Qualidade
0.00	Péssima
0.01 a 0.20	Ruim
0.21 a 0.40	Razoável
0.41 a 0.60	Boa
0.61 a 0.80	Muito boa
0.81 a 1.00	Excelente

Fonte: Landis; Koch (1977). Organização: autores (2022).

Desse modo, os índices estatísticos utilizados possibilitaram validar o mapeamento do uso e cobertura da terra gerado, demonstrando o grau de concordância entre as classes mapeadas e a realidade observada em campo, via registro de coordenadas geográficas. O resultado obtido pelo coeficiente *kappa*, varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados. De acordo com Guptill e Morrison (1995), o valor mínimo necessário para uma classificação ser aceitável é de 85%, em relação à exatidão global.

A escolha das classes de uso e cobertura da terra seguiu a proposta metodológica propugnada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir do Manual Técnico de Uso da Terra (BRASIL, 2013). Posteriormente à identificação das classes de

uso e cobertura da terra, a pesquisa seguiu os preceitos de Ross (1994), na perspectiva de estimar as classes de fragilidade para o uso da terra e cobertura vegetal (Quadro 6).

Quadro 6. Classes de fragilidade para o uso e cobertura da terra.

Classes de fragilidade		Uso e cobertura da terra
Numérica	**Qualitativa**	
1	Muito baixa	Vegetação florestal/Matas naturais; Corpos d'água.
2	Baixa	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso.
3	Média	Pastagem com baixo pisoteio; Silvicultura de eucalipto com sub-bosques de nativas; Culturas de ciclo longo e ciclo curto (Arroz, feijão, soja, milho, laranja).
4	Alta	Área urbana
5	Muito Alta	Áreas desmatadas e queimadas recente, Solo exposto por arado/ degradação; solo exposto ao longo de caminhos e estradas; ausência de vegetação.

Fonte: Ross (1994); Brasil (2013). Organização: autores (2022).

– Censo demográfico e agropecuário obtido junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2011).

Dessa maneira, a modelagem das variáveis ambientais utilizadas nesse trabalho para o mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, deu-se pela aplicação do método booleano de combinação de mapas. Na análise integrada, consideram-se os seguintes parâmetros por ordem de importância: declividade/solo/clima - pluviometria/uso e cobertura da terra.

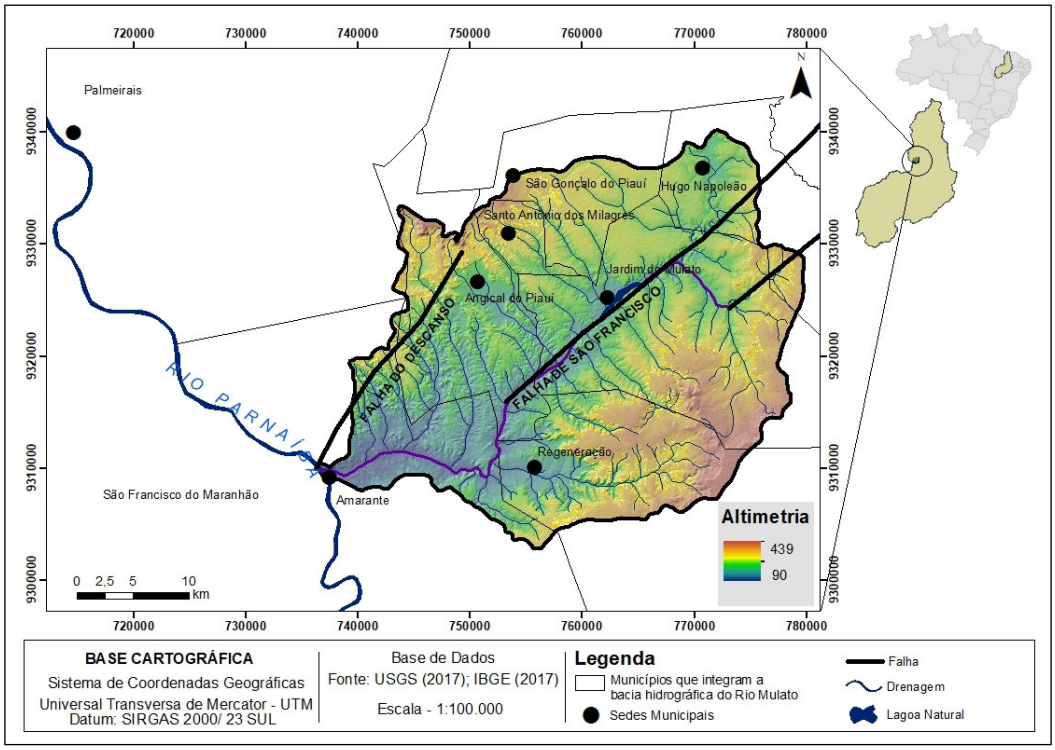
Do ponto de vista operacional, as geotecnologias constituíram instrumento de extrema relevância nesta análise, possibilitando, assim, a compilação, manipulação, integração e geração dos dados coletados em gabinete, e em atividades de campo.

Por fim, a combinação dos dados e informações levantadas e produzidas, a partir da integração por meio da concepção sistêmica, constitui a parte desta pesquisa de maior relevância, uma vez que envolve e aproveita a visão de conjunto, oferecida pelas informações, para elaborar diagnósticos e proporcionar análises úteis com vistas à utilização, principalmente, pelo planejador. Dessa forma, da interação dos indicadores físicos e socioeconômicos enfocados, resultou numa análise ampla da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI).

Corrobora-se que os produtos cartográficos foram gerados no programa *ArcGis* 10.5, com licença na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Destaca-se que o sistema de projeção adotado corresponde ao *Universal Transversa de Mercator* (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o Datum oficial adotado atualmente no Brasil. A área engloba do ponto de vista da Geodésia a zona 23 Sul do Sistema de Projeção adotado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Rio Mulato (BHRM) engloba, no todo ou em parte, os municípios piauienses de: Amarante, Angical do Piauí, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Palmeirais, Regeneração, Santo Antônio dos Milagres e São Gonçalo do Piauí, compreendendo uma área de 1.049,13 km² e um perímetro de 213,5 km (Figura 1). Está inserida na microrregião do Médio Parnaíba Piauiense e conta com uma população estimada em 70.001 habitantes (BRASIL, 2010).



Fonte: IBGE (2019). Geoprocessamento/Elaboração: autores (2022).

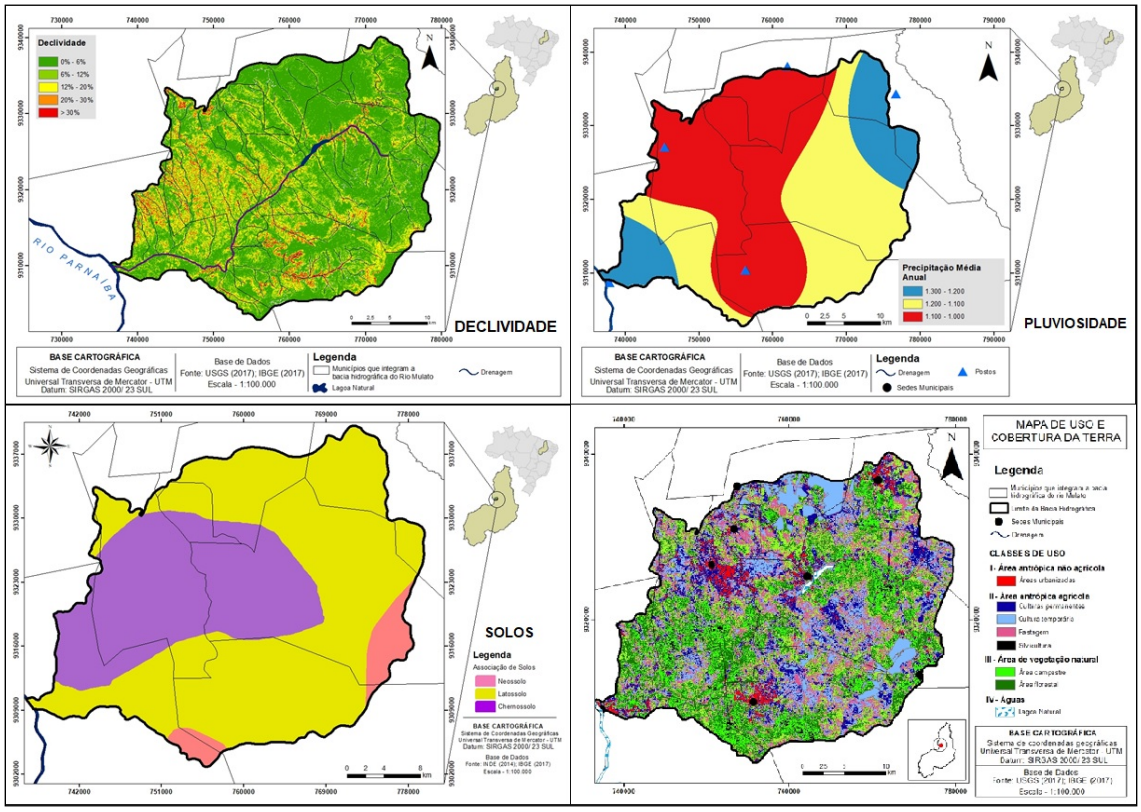
Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Mulato, Piauí.

A área que a BHRM ocupa tem sua gênese associada à dinâmica da litosfera, resultante do lineamento transbrasiliano, e encontra-se alicerçada sobre um ambiente de estrutura sedimentar, com predomínio de formações geológicas que datam do Paleomesozoico, tais como as formações: Corda (38,21%), Pastos Bons (0,04%), Pedra de Fogo (11,87%), Piauí (33,70%) e formação Sardinha (16,17%).

No que diz respeito às formas e modelados da paisagem na BHRM, estes são decorrentes do desenvolvimento de falhas normais (São Francisco e do Descanso), as quais apresentam uma direção geral NE-SO junto aos municípios de São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI). A dinâmica dessas falhas separou dois blocos distintos, sendo que o bloco SE, em relação à falha, rebaixou-se em direção ao bloco NO, e pôs em contato na área dos municípios que integram a bacia hidrográfica do Rio Mulato as

Formações Piauí e Pedra de Fogo, gerando as linhas de fraqueza e os derramamentos vulcânicos (BRASIL, 1973).

Os demais atributos do terreno, utilizados como critérios para a determinação da fragilidade ambiental (potencial e emergente), são apresentados através de mapas temáticos, conforme a Figura 2.



Fonte: (IBGE, 2019; INDE, 2014; USGS, 2020). Elaboração: autores (2022).

Figura 2. Mapa das variáveis ambientais para determinação da fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Mulato.

Ao considerar a declividade da BHRM, predominam relevos planos a suave ondulado, sendo a classe de declividade de maior significância os setores com declive de 0 a 12%, sendo que sua distribuição ocorre por toda sua extensão. As declividades que se apresentam no intervalo de 12 a 30% também estão distribuídas em toda a área da bacia, principalmente próximas aos cursos d'águas, sendo o declive de 20 a 30%, restrito a alguns pontos. Juntas, abrangem 60,51 km² da área total da bacia hidrográfica. Por fim, a classe superior a 30% é a que apresenta a menor área (1,46 km²), abrangendo apenas 0,14%. Quanto à descrição morfológica, classes de 0 a 6, observou-se terreno com superfície de topografia horizontal, onde os desníveis são quase inexistentes, ao longo das planícies fluviais. Quanto aos processos erosivos, não se observou perda de solos.

A classe de 6 a 20% correspondem a terrenos pouco movimentados, constituídos por planaltos rebaixados, com declive suave, apresentando início de solifluxão e, em alguns

setores, escoamento difuso e laminar. A classe correspondente a declive de 20 a 30% correspondem a terrenos pouco movimentados, no entanto, mais acentuado que a classe anterior, constituindo-se encostas de morros (elevações de 200 a 300 metros), predominando escoamento laminar, ravinamentos e em determinadas áreas movimentos de massa.

A classe acima de 30% constitui-se terrenos movimentados, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas de planaltos tabulares, variando de 300 a 400 metros, sendo comum a ocorrência de movimento de blocos.

A área apresenta isoietas de precipitação média anual que variam de 1.134mm em toda a extensão do médio curso, a 1.319mm entre o alto e baixo curso fluvial, considerando a série histórica de 11 anos (1992 a 2002) utilizada nesse estudo.

Na BHRM sobressaem os Neossolos, Chernossolos e Latossolos. Frisa-se que os Neossolos compreendem solos rasos e sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo neste mais limitada. Apresentam, portanto, baixa fertilidade natural (distrófico).

Os Latossolos amarelos que predominam na área em estudo, são solos desenvolvidos, bastante uniforme em textura, cor e estrutura; são profundos, bem drenados, mas de baixa fertilidade natural. Sua textura areno-argilosa imprime a este solo um maior grau de fragilidade quanto à ocorrência de ravinamentos, já que as partículas arenosas possuem maior facilidade de desagregação durante o período chuvoso. Predominam em áreas de relevo plano a suave ondulado, e suas principais limitações decorrem da forte acidez, além da pobreza de nutrientes, o que implica em um investimento inicial alto para a obtenção de boas colheitas, com uso de adubação e fertilizantes, a exemplo da prática de calagem (EMBRAPA, 2013).

Os Chernossolos são os mais férteis, uma vez que estes são resultantes da intemperização dos diques de diabásios, da Formação Sardinha. Em geral, são pouco desenvolvidos, no entanto, apresentam alto potencial agrícola em virtude de suas características químicas, tendo em vista seu elevado potencial nutricional (EMBRAPA, 2013).

O mapeamento de uso e cobertura da terra visou retratar os diferentes usos encontrados na BHRM, uma vez que o conhecimento e o monitoramento destes constitui elemento primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço.

O resultado obtido com o processo de classificação referente ao uso e cobertura da terra, considerando as modificações impostas pelas atividades socioeconômicas e a diferenciação das tipologias de uso, serviu para avaliar a pressão antrópica exercida na BHRM.

Em síntese, observa-se que as atividades agropecuárias (Área Antrópica Agrícola) ocupam 47,98% da área total da bacia. Por outro lado, as áreas de vegetação natural (Área Florestal e Área Campestre) correspondem a 44,82%, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Quantitativo por classes do uso e cobertura da terra, na bacia hidrográfica do Rio Mulato, Piauí.

Classes	Descrição	Área (km²)	% do total
Área Antrópica Agrícola	Pastagem	158,47	15,11
	Cultura temporária	195,34	18,62
	Cultura permanente	144,48	13,77
	Silvicultura	5,03	0,48
Área Antrópica Não-Agrícola	Área urbanizada	71,54	6,82
Área de Vegetação Natural	Área Florestal	174,71	16,65
	Área campestre	295,54	28,17
Corpos D'água	Rios, riachos e lagoas naturais	4,01	0,38
Total		1049,13	100,00

Fonte: IBGE (2013); Elaboração dos autores (2022).

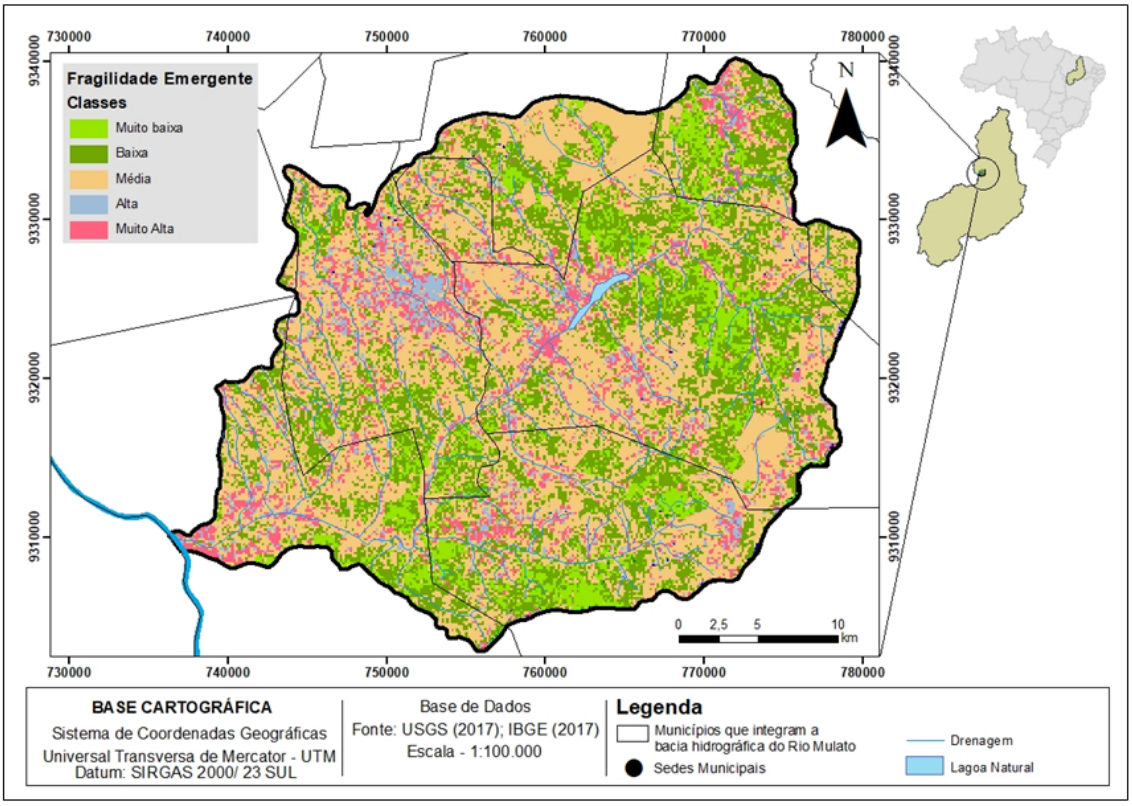
Para a determinação da fragilidade ambiental na BHRM, realizou-se o cruzamento dessas informações, de acordo com as classes de fragilidade. Sobre esta contextualização, são demonstrados a seguir os resultados obtidos para cada variável de maneira inter-relacionada, quantificadas a partir do cruzamento de informações referentes à declividade, solos, clima, uso e cobertura da terra, sendo estas determinadas em cinco classes, a saber: Muito baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Tais classes permitiram analisar se os usos estão sendo desenvolvidos de maneira organizada e produtiva diante da fragilidade natural dos ambientes, e se as atividades desenvolvidas estão potencializando os processos erosivos (Tabela 3).

Tabela 3. Fragilidade Ambiental da bacia hidrográfica do Rio Mulato, Piauí.

Classes de Fragilidade Emergente	Área (km²)	Porcentagem
Muito Baixa	95,04	9,06%
Baixa	290,10	27,65%
Média	468,14	44,62%
Alta	140,26	13,37%
Muito Alta	55,59	5,30%
Total	1.049,13	100%

Fonte: IBGE (2013); Elaboração dos autores (2022).

O mapa de Fragilidade Ambiental (Figura 3) oferece uma melhor validação dos processos erosivos aparentes, pois revela a influência das atividades antrópicas na estabilidade do ambiente, destacando a contribuição da cobertura vegetal que apresenta proteção às áreas de alto potencial natural à erosão, seja pelo fator declividade, solos ou pluviometria.



Fonte: (IBGE, 2019; USGS, 2020). Geoprocessamento/Elaboração: autores (2022).

Figura 3. Mapa da fragilidade ambiental na BHRM.

A classe de fragilidade emergente média prevalece na área de estudo, por abranger 468,14km², representando 44,62%. Ocorre em áreas onde a cobertura vegetal corresponde a Caatinga arbustiva aberta, podendo, ainda, ocorrer associadas às culturas temporárias (ciclos curtos), com destaque para a produção de arroz, feijão, mandioca, milho e soja; culturas permanentes (ciclos longos) como a castanha de caju e banana e, também, nas áreas de pastagens com baixo pisoteio, em virtude da pecuária extensiva, além das silviculturas.

Salienta-se, ainda, a utilização do carvão vegetal, resultante da queima da lenha, como fonte de energia. A quantidade produzida para o ano de 2017 foi de 2.712 toneladas na área em estudo, colaborando, deste modo, para a ampliação das áreas desmatadas. A depender da intensidade dos impactos, estas áreas tendem a reverter-se para um quadro de fragilidade emergente forte ou muito forte.

A retirada da cobertura vegetal constitui-se, nesse aspecto, como um excelente indicador para a identificação de áreas mais instáveis, enquanto a conservação desta exerce uma função de fundamental importância, principalmente, no fornecimento de água para o solo, além de protegê-lo do impacto da energia cinética das gotas da chuva, evitando, consequentemente, o carreamento desse material e o início dos processos erosivos.

Ao considerar este aspecto, as perdas de solo precisam ser levadas em consideração, visto que acarreta uma série de mudanças quanto à sua fertilidade natural, além de contribuir, em grande parte, no processo de assoreamento do Rio Mulato. Em dias chuvosos, pode

ser observada a grande presença de partículas de solos sendo transportadas pela água, em função da coloração que a mesma apresenta. Isso decorre do transporte de sedimentos das vertentes para dentro do leito do rio.

Na sequência aparece a fragilidade emergente baixa, distribuída por toda a área da bacia. Ocorre em áreas onde a cobertura vegetal corresponde a estratos arbustivos naturais e, em alguns setores, estrato herbáceo denso. Isto evidencia a importância da cobertura vegetal para a manutenção do sistema, por demandar ao quadro natural uma Instabilidade Potencial previsível face às suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica. Observa-se que a fragilidade emergente muito baixa se encontra associada a esta classe, ao representar pouco mais de 9%, ocupando uma área de 95,04 km².

Tricart (1977) acrescenta, ainda, a importância da cobertura vegetal suficientemente espessa na manutenção dos declives muito acentuados, proporcionando, assim, relativa estabilidade. Esta ameniza ou impede o fluxo superficial hídrico e o transporte de detritos, favorecendo a restauração da vegetação, reconstituição do solo e, com estes, o processo de pedogênese.

As classes de fragilidade emergente alta (13,37%) e muito alta (5,30%) abrangem 195,85km², correspondendo a 18,67% da área em estudo, com predominância das áreas urbanizadas, como as rodovias pavimentadas, as estradas em leito natural com ausência de vegetação, solo exposto (por arado/degradação) ao longo de caminhos e estradas, além de áreas desmatadas, queimadas recentes e àquelas destinadas ao pousio. Apesar de ocupar a menor área da bacia hidrográfica, ao relacionar com as demais classes de fragilidade emergente, é a que apresenta maior pressão antrópica.

Na BHRM observou-se que as práticas agrícolas utilizam técnicas rudimentares, como as queimadas, para a limpeza do terreno. No entanto, sabe-se que esta prática acelera os processos erosivos, acrescentando um maior grau de fragilidade. Além disso, o aumento da taxa de urbanização contribui significativamente para uma maior demanda a implantação de infraestruturas e equipamentos para atender a população. Como consequência, ampliam-se os impactos negativos, já que a intervenção antrópica modifica intensamente os ambientes naturais através de desmatamentos e práticas econômicas diversas.

Reforçam-se os aspectos positivos da atividade antrópica frente aos usos e ocupação da terra, desde que aconteça de forma planejada e condizente com a fragilidade dos ambientes, e que utilizem práticas conservacionistas. Esta constitui fator fundamental para conter os processos erosivos e para manter a qualidade agrícola dos solos.

Do ponto de vista geomorfológico, a fragilidade emergente média (de maior representatividade) encontra-se espacializada em um cenário que envolve um tênue limiar, ora com o favorecimento dos processos de pedogênese, ora com os processos de morfogênese. Tais processos podem atenuar ou intensificar vários outros processos que demandem ao sistema natural certa estabilidade/instabilidade no ambiente.

Atenta-se para o fato de que a declividade apresenta grande influência na determinação das áreas mais e menos frágeis. Dessa forma, é de fundamental importância o monitoramento contínuo para a identificação do avanço e/ou restauração desses setores, com via ao planejamento ambiental e a gestão do território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fragilidade ambiental se relaciona tanto com a dinâmica dos elementos físico-naturais, bem como a maneira que o ser humano utiliza esse espaço natural. Ao realizar esta pesquisa, a observação dos elementos formadores do ambiente natural da Bacia Hidrográfica do Rio Mulato (PI) serviu para conhecer esta dinâmica, bem como seus processos atuantes, visto que a ação humana é, em muitos casos, o fator determinante para a estabilidade/instabilidade desse sistema.

Nesse viés, observou-se que nas áreas onde predomina a cobertura vegetal, a fragilidade ambiental é diminuta. Enquanto nas áreas mais íngremes associadas a solos mais suscetíveis ao processo erosivo, como os Neossolos, a vegetação tende a ser mais suprimida e, consequentemente, apresenta uma fragilidade ambiental mais acentuada. Com isso, verificou-se que as intensificações das áreas de fragilidade são resultantes das relações socioeconômicas que ocorrem ao longo do tempo.

No entanto, atenta-se para o fato de que, nem sempre, áreas que apresentam maior declividade, evidentemente, irão apresentar maior fragilidade e vice-versa, tendo em vista que diversas variáveis atuam e interagem de forma integrada. No caso da BHRM, tais resultados refletem de forma eficaz as condições da área estudada, uma vez que as classes espacializadas como fragilidade média apresentam condições propícias a processos erosivos significativos e de atividades que, por vezes, excedem a capacidade de suporte do ambiente. Portanto, é uma área que precisa ser constantemente monitorada.

Apesar da quase totalidade da bacia não ultrapassar a classe de fragilidade ambiental média, algumas considerações devem ser postas. No que se refere ao uso e ocupação da terra, cabe salientar que estas ocupam 54,5% da área total da bacia. Isso fica evidente a necessidade de medidas que visem à redução de perdas de solo, que acabam por interferir, diretamente, na produção agrícola. Sabe-se que as atividades relacionadas às práticas agropecuárias e ao extrativismo predominam na BHRM, o que potencializa os processos de degradação.

O mapeamento da fragilidade ambiental na BHRM expressou o cenário atual, já que o conhecimento das características naturais da bacia constituiu fator de extrema relevância nessa análise, uma vez que a dinâmica de uso e ocupação do solo determina o equilíbrio ou desequilíbrio do ambiente natural.

Nessa perspectiva, o mapeamento da fragilidade ambiental na BHRM expressa através dos mapas, é um instrumento que possibilita compreender e analisar o espaço de maneira integrada podendo, posteriormente, ser utilizado em estudos que visem o planejamento ambiental e o ordenamento do território na área de estudo. Destarte, possibilita, ainda, elaborar diretrizes para uma gestão territorial mais efetiva, levando em conta os diversos atores que estão inseridos, já que os processos decisórios necessitam de uma boa base de informações.

Ações de caráter preventivo, tomadas a partir do conhecimento da fragilidade ambiental, como técnicas agrícolas e silviculturais que perpassam práticas sustentáveis de conservação dos solos, são importantes ao configurarem-se em propostas de conservação, recuperação e uso sustentável dos recursos naturais. Dessa forma, atividades econômicas

mais comuns e recomendadas pauta-se na agricultura convencional para as áreas mais frágeis e reflorestamento, preferencialmente, destinada à conservação ambiental ou atividades que resultem em baixo impacto ambiental.

Portanto, a análise integrada dos aspectos físicos e humanos e o mapeamento temático, através das ferramentas de geoprocessamento, permitiram a elaboração de um produto com caráter de síntese, evidenciando, os níveis de fragilidade ambiental na área em análise. Assim, fica evidente que os estudos de fragilidade ambiental proporcionam melhor definição das diretrizes e ações a serem implantadas em um espaço físico-territorial, ao fornecer subsídios à gestão do território, além de servir como uma importante ferramenta para avaliações ambientais estratégicas, especialmente em casos de intervenção antrópica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**: levantamento de recursos naturais, v. 2, folha SB-23 Teresina/folha 24 Jaguaribe. Rio de Janeiro, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 52, n. 2, p. 21-35, 1990.

DUNN, M.; HICKEY, R. J. The effect of slope algorithms on slope estimates within a GIS. **Cartography**, v. 27, n. 1, p. 9-15, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.

GUERASIMOV, I. P. Problemas metodológicos de ecologizacion de la ciência contemporânea. **La Sociedad El Medio Natural**. Moscou: Editorial Progresso, 1980.

GUPTILL, S. C; MORRISON, J. L. **Elements of spatial data qualify**. Elsevier Sci., U.K. 1995.

INDE. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Catálogo de metadados**. 2014. Disponível em: <http://www.inde.gov.br/geo-servicos/catalogo-de-metadados>. Acesso em: 22 fev. 2020.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Texas, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**. v. 17, n. 2, p. 67-87, 2008.

MENDONÇA, F. **Geografia física:** ciência humana? São Paulo: Contexto, 1989.

PERROCA, M. G.; GAIDZINSKI, R. R. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. **Rev. Esc. Enferm**, v. 37, n.1, p.72-80, 2003.

RATCLIFFE D. A. Criteria for the selection of nature reserves. **Advancement of Sciences**, n.27, p. 294-296, 1971.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade e natureza. *In*: LEMOS, Amália Inés Geraiges de; GALVANI, Emerson (Org.). **Geografia, tradições e perspectivas**: interdisciplinaridade, meio ambiente e representações. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 119-138.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza/CE:** contribuições ao ordenamento territorial. 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em questão**, n.16, p. 2-52, 1977.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: SOUZA, M. J. N.; LIMA, L. C.; MORAIS, J. O. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000. p. 13-98.

SOUZA, M. J. N.; NETO, J. M.; SANTOS, J. O.; GONDIM, M. S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2009.

SPORL, Christiane. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREM, 1977.

TROMBETA, L. R.; GARCIA, R. M.; NUNES, R. S.; GOUVEIA, I. C. M. C.; LEAL, A. C. Análise da fragilidade potencial e emergente do relevo da unidade de gerenciamento de recursos hídricos pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**. n.36, p. 159-173, 2014.

VALE, C. C. Teoria Geral do Sistema: histórico e correlação com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**. n. 6, p. 85-108, 2012.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4004

O POTENCIAL DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO PARA A PROMOÇÃO DO GEOTURISMO NO MUNICÍPIO DO OIAPOQUE, AMAPÁ/BRASIL

THE POTENTIAL OF THE GEOMORPHOLOGICAL HERITAGE FOR THE PROMOTION OF GEOTURISM IN OIAPOQUE MUNICIPALITY, AMAPÁ STATE, BRAZIL

EL POTENCIAL PATRIMONIAL GEOMORFOLÓGICO PARA LA PROMOCIÓN DEL GEOTURISMO EN EL MUNICIPIO DE OIAPOQUE, AMAPÁ/BRASIL

Francinete Viana da Silva Corrêa[1]
Antonio José Teixeira Guerra[2]
Celina Marques do Espírito Santo[3]

RESUMO: O presente trabalho apresenta dois gemorfossítios localizados no município do Oiapoque no Estado do Amapá, com relevância, que representam importantes registros das ações evolutivas da paisagem e que permitem o desenvolvimento de diversas atividades humanas. De acordo com o cenário apresentado, o presente artigo tem como finalidade apresentar o potencial dos geomorfossítios Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol para a promoção do geoturismo. Os procedimentos metodológicos foram realizados com base em referencial teórico, trabalhos de campo e avaliação dos locais de interesse geomorfológico, com base em critérios e parâmetros definidos por Pereira (2006). Os resultados demostraram que os geomorfossítios possuem valores turístico, científico, ecológico, cultural e estético, os quais apresentam potenciais que podem ser explorados pelo geoturismo. Diante do resultado foi produzido um folder geoturístico que contribuirá para a valorização e divulgação desses locais, a fim de conservar a geodiversidade local.

Palavras-chave: Geodiversidade. Oiapoque. Geomorfossítios. Geoturismo.

ABSTRACT: The present work presents two relevant geomorphosites located in the municipality of Oiapoque in the State of Amapá, which represent important records of the evolutionary actions of the landscape and that allow the development of various human

1 Professora. Ma. do Curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá-Campus Binacional. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6394-0898. E-mail: francyvianacorrea@gmail.com.
2 Professor Dr. do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2562-316X. E-mail: antoniotguerra@gmail.com.
3 Professora Drª. do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amapá. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1413-4910. E-mail: celinamarquesufpa@yahoo.com.br.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

activities. According to the scenario presented, this article aims to present the potential of the Pedra do Abacaxi and Ilha do Sol geomorphosites for the promotion of geotourism. The methodological procedures were carried out based on a theoretical framework, fieldwork and assessment of geomorphological interest sites, based on criteria and parameters defined by Pereira (2006). The results showed that geomorphosites have tourist, scientific, ecological, cultural and aesthetic values, which have potential that can be explored by geotourism. In view of the result, a geotourist folder was produced that will contribute to the valorization and dissemination of these places, in order to conserve local geodiversity.

Keywords: Geodiversity. Oiapoque. Geomorphosites. Geotourism.

RESUMEN: El presente trabajo presenta dos geomorfositos ubicados en el municipio de Oiapoque en el Estado de Amapà, con relevancia, que representan importantes registros de las acciones evolutivas del paisaje y que permiten el desarrollo de diversas actividades humanas. Según el escenario presentado, este articulo tiene como objetivo presentar el potencial de los geomorfositos "Piedra de la piña"," Isla del sol", para la promoción del geoturismo. Los procedimientos metodológicos se realizaron con bases en marcos teóricos, trabajos de campo y evolución de lugares de interés geomorfológicos basado en el criterio y parámetros definidos por Pereira (2006). Los resultados mostraron que los geomorfositos tienen valores: turístico, científicos, ecológicos, culturales y estéticos, los cuales tienen potencial que pueden ser explotados por el geoturismo. En vista de los resultados, se elaboró una carpeta geoturistica que contribuirá a la valorización y difusión de estos lugares con el fin de conservar la geodiversidad local.

Palabras clave: Geodiversidad. Oiapoque. Geomorfositos. Geoturismo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a temática sobre geoturismo vem ganhando espaço entre pesquisadores tanto em nível internacional como também nacional sendo reconhecido como uma atividade educativa e sustentável. Trata-se de uma atividade que possui papel fundamental para a valorização e conservação da geodiversidade, uma vez que ele estimula o diálogo entre os estudantes, profissionais de outras áreas do conhecimento e ao público.

O potencial geoturístico é discutido com base nos valores da geodiversidade, os quais proporcionam possibilidades do desenvolvimento local. Assim um dos objetivos do geoturismo é o de proporcionar experiências diferenciadas aos turistas através da vivência e interpretação da geodiversidade, visto que ele envolve em suas atividades a conservação e a experienciação do local visitado o que resulta no processo de sensibilização do público envolvido (CORRÊA, 2021).

Desta forma, podemos dizer que essas ações diferenciadas de atividades promovidas pelo geoturismo são o que o tornam singular, isto é, diferente em relação aos outros segmentos de turismo.

A área de estudo deste trabalho está situada no município do Oiapoque, sendo o único a fazer fronteira com o território ultramarino: a Guiana Francesa. Conhecido pela sua exuberante beleza natural, notável através de sua geomorfologia composta por rios, corredeiras, quedas d'águas, ilhas, afloramentos rochosos e balneários.

O recorte espacial da área de estudo abrange dois geomorfossítios, situados em terrenos antigos datados do Pré-Cambriano que guardam vestígios de eras remotas como as zoicas, e compostos por afloramentos rochosos, trilhas, praia e ilha, entre outras características relevantes.

De acordo com o cenário apresentado, o presente artigo tem como finalidade apresentar o potencial dos geomorfossítios Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol para a promoção do geoturismo.

Buscando mostrar a partir de suas características e valores, sobretudo valor turístico, didático, científico e cultural dos referidos geomorfossítios em suas diversas singularidades geológica e geomorfológica. Visto que, a exploração de forma sustentável destes geomorfossítios poderá proporcionar a geração de emprego e renda e melhorias na qualidade de vida dos moradores da área e contribuir com a conservação e divulgação desses potenciais.

BREVE CONTEXTO SOBRE GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO, GEOCONSERVAÇÃO E GEOTURISMO

Geodiversidade

A palavra geodiversidade foi usada pela primeira vez em meados dos anos 1990, em artigos publicados na Austrália (Tasmânia), onde os geocientistas fizeram paralelos entre a diversidade biológica e a abiótico, e utilizaram os termos "biodiversidade" e "geodiversidade" para diferenciar e mostrar que a natureza consiste em dois elementos, isto é, vivos e não vivos (GRAY, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2013; LIMA; FILHO, 2018; CORRÊA, 2020; SILVA et al., 2021; CORRÊA, 2021).

Nessa mesma década de 1990, o termo geodiversidade foi elucidado na Conferência de Malvern, no Reino Unido, sobre a Conservação Geológica e Paisagística, com a ideia de abranger o meio abiótico, como também a biodiversidade (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; PINTO, 2013; MEIRA, 2020; FERREIRA, 2017).

Stanley publicou um artigo na revista (*Earth heritage*) com o título "*Geodiversity"* e a definiu a geodiversidade como: "uma variedade de ambientes geológicos, conjunto de processos e fenômenos que dão origem às paisagens como rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem o suporte da vida no planeta" (STANLEY, 2000, p. 15).

Conforme Nascimento *et al.* (2015), essa mesma definição foi utilizada pela Royal Society for Nature Conservation no Reino Unido.

Para Gray (2004, p. 8), a geodiversidade é "a diversidade natural da geologia (rochas minerais, fósseis), da geomorfologia (formas da terra, processos) e das feições do solo, inclui conjuntos, relações, propriedades, entendimentos e sistemas".

Vários autores como Sharples (2002), Brilha (2005), Serrano Cañadas e Ruyz Flaño (2007), entre outros, também buscavam definir a geodiversidade relacionando-a aos demais aspectos do

meio físico, em especial, aos geológicos e geomorfológicos de forma que integrassem todos os componentes do ambiente físico, surgindo, assim, várias definições existentes atualmente. No território brasileiro os estudos sobre a temática vêm caminhando lentamente diferentemente de outros países (SILVA, 2008; FERREIRA, 2017; SILVA; AQUINO, 2017).

Tanto é que o primeiro exemplar sobre geodiversidade que reúne os diferentes conceitos, trabalhos e metodologias acerca do estudo desta temática, a obra Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico lançado somente no ano de 2008 (PINTO, 2015; JORGE; GUERRA, 2016; FERREIRA, 2017; SOUSA; LIMA, 2019).

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), elaborou o Mapa da Geodiversidade com escala 1:2.500.000, onde sintetiza os grandes geossistemas do território brasileiro. Conforme Jorge e Guerra (2016), o CPRM (2006) conceituou a geodiversidade da seguinte forma:

> A natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (JORGE; GUERRA, 2016, p.154).

Mansur (2018), explica que existem várias definições sobre o termo geodiversidade na literatura, porém todas se complementam, uma vez que existem aspectos em comum entre elas, os elementos geológicos, geomorfológicos, solos e os vários processos que representam os elementos responsáveis pela vida na Terra.

Patrimônio geomorfológico (geomorfossítios)

O patrimônio geomorfológico é uns dos elementos que integra o patrimônio geológico que constituem a geodiversidade, assim como o patrimônio paleontológico, o patrimônio mineralógico, o patrimônio hidrogeológico entre outros (BRILHA, 2005).

O conhecimento sobre esse patrimônio só é possível através da divulgação de trabalhos científicos e técnicos acerca da temática e uma das abordagens é identificar e avaliar os valores dos geomorfossítios para obter seu potencial (CORRÊA et al., 2022; CORRÊA, 2021).

Diante disso, Pereira (2006) desenvolveu uma metodologia aplicada no Parque Nacional de Montesinho, em Portugal, voltada para a avaliação do patrimônio geomorfológico que se constitui em duas etapas (inventariação e quantificação). Essa metodologia tem como finalidade a promoção da geoconservação desses patrimônios através de atividades desenvolvidas por meio do geoturismo.

Pereira (2006, p.33), descreve o patrimônio geomorfológico como "os locais de interesse geomorfológico (ou geomorfossítios), vistos como elementos de cultura e de potencial para desenvolver atividades ligadas à educação ambiental ou ao geoturismo".

Panizza e Piacente (2005), salientam que é necessário pensar em estratégias de conservação em prol do patrimônio geomorfológico, uma vez que a sociedade moderna é responsável pelos problemas que afetam o meio ambiente.

Assim, Meira *et al.* (2019), reforçam a importância de um inventário como forma de conservar o patrimônio, conforme os autores.

> O inventário por sua vez, em locais "desconhecidos" pela ciência, configura um impulso ao desenvolvimento de pesquisas e na sensibilização dos gestores locais, ao trazer o entendimento do patrimônio presente visando a máxima que "só se conserva o que se conhece" (MEIRA *et a*l., 2019, p.22).

Desta maneira é importante desenvolver estudos que mostrem os valores desses patrimônios, mesmo em locais desconhecidos, pois através de seus potenciais os patrimônios poderão ser conservados e mais valorizados não só no campo das ciências, mas também por meio de iniciativas de geoconservação que podem utilizar como instrumento o geoturismo que é uma atividade sustentável e ao mesmo tempo educativa (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

Geoconservação

Atualmente no Brasil como todo observa-se iniciativas de geoconservação, isso se deve ao crescente números de estudos e publicações sobre a temática (LIMA, 2008; JORGE; GUERRA, 2016; FERREIRA, 2017; SILVA; AQUINO, 2017; GUERRA, 2018; CORRÊA, 2021).

Mesmo diante de tantos estudos nesta temática as iniciativas de geoconservação ainda continuam encontrando obstáculos para seu desenvolvimento (CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

Mansur *et al*. (2013) salientam que um dos maiores problemas da geoconservação a ser concretizada no Brasil está relacionada à inclusão do tema por parte dos órgãos públicos. É um fato marcante na realidade brasileira, assim Maciel e Lima (2021) chamam a atenção para essa questão.

> É notória a ênfase dada aos estudos da biodiversidade (fauna e flora), mas quando se trata da geodiversidade (elementos abióticos) não se verifica a mesma intensidade. E como consequência disso, tem-se uma ação inadequada ou até mesmo ausência de ações de conservação para as feições geológicas, geomorfológicas e as tipologias pedológicas (MACIEL; LIMA, 2021, p2).

É importante ressaltar que os inventários de sítios geomorfológicos representam uma fonte riquíssima de dados que são indispensáveis a estudos, pesquisas, atividades de geoconservação, intervenção no meio físico, gestão e planejamento (CORRÊA et al., 2022; CORRÊA, 2021).

Assim a preocupação em conservar, valorizar e divulgar os elementos do meio abiótico, torna a geodiversidade o principal objeto de interesse para os visitantes, mediante a isso a atividade geoturística é uma importante ferramenta em prol da conservação da geodiversidade (SANTOS, 2012; MACHADO, 2019; RANGEL; GUERRA, 2019; CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

Geoturismo

O geoturismo surgiu nos anos de 1980 na Europa, porém só foi divulgado na década de 1990, após a publicação do trabalho do pesquisador inglês Thomas Hose (LOPES et al., 2011; CORRÊA, 2021).

Hose (2011), afirma que a primeira definição aceita sobre o geoturismo foi através de uma publicação de um artigo do autor em 1995 em uma revista sobre interpretação ambiental. Onde o autor definiu o geoturismo da seguinte forma:

> O fornecimento de instalações interpretativas e de serviço para permitir aos turistas adquirir conhecimento e compreensão da geologia e geomorfologia de um sítio (incluindo a sua contribuição para o desenvolvimento das ciências da Terra) para além do nível de mera apreciação estética (HOSE, 2011, p.352).

Esta foi a primeira definição feita pelo pesquisador, após novos estudos Hose reformula o conceito de geoturismo por mais duas vezes:

> O fornecimento de instalações interpretativas e de serviço para geossítios e geomorfossítios e sua topografia abrangente, juntos com seus artefatos *in situ* e *ex situ* associados, para construção de constituintes para sua conservação, gerando apreciação, aprendizagem e pesquisa por e para o presente e futuro de gerações (HOSE, 2012, p.11).

Mansur (2018), descreve que Hose faz uma relação com as instalações e serviços interpretativos para geossítios e geomorfossítios, onde ele inclui a topografia, os artefatos *in situ* e *ex situ* associados, visando a conservação e gerando apreciação, aprendizagem e pesquisa para atuais e futuras gerações.

Thomas Hose, foi o primeiro a definir o geoturismo, após ele outros pesquisadores contribuíram na definição do termo tais como: Brilha, 2005; Ruchkys, 2007; Nascimento et al., 2008; Manosso, 2010; Freire et al., 2018, entre outros.

No Brasil, o termo geoturismo foi discutido pelos autores Piekarz e Liccardo (2007). Onde eles relacionaram o geoturismo com o ecoturismo, pelo fato de estarem envolvidos diretamente com a natureza e que buscam mostrar novas experiências e sensações ao seu público. Os autores ainda fizeram uma relação do geoturismo com o turismo cultural, visto que os dois agregam às atividades turísticas, visitas a museus, igrejas e a patrimônios arquitetônicos.

Ruchkys (2007) define geoturismo como:

> Segmento da atividade turística que tem o patrimônio geológico como seu principal atrativo e busca sua proteção por meio da conservação de seus recursos e da sensibilização do turista, utilizando, para isto, a interpretação deste patrimônio tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação e o desenvolvimento das ciências da Terra (RUCHKYS, 2007, p. 23).

Para Moreira (2014), Pereira e Ruchkys (2016), o geoturismo é uma nova oportunidade de turismo realizado em áreas naturais, com ênfase na conservação, educação e atrativos turísticos em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos. Ainda segundo os autores supracitados, ele também proporciona a interpretação do ambiente em relação aos processos que o modelaram, sendo um instrumento para educação ambiental.

O geoturismo oferece várias oportunidades em relação a sustentabilidade do local, pois ele não foca apenas na contemplação da paisagem, mas sim na importância de mostrar para as pessoas a história de um geossítio, de um patrimônio geológico e geomorfológico com intuito de sensibilizá-las (JORGE, 2017; 2018). A autora ainda reitera que o geoturismo é um passo importante para o desenvolvimento da economia local como também para a conservação do patrimônio natural.

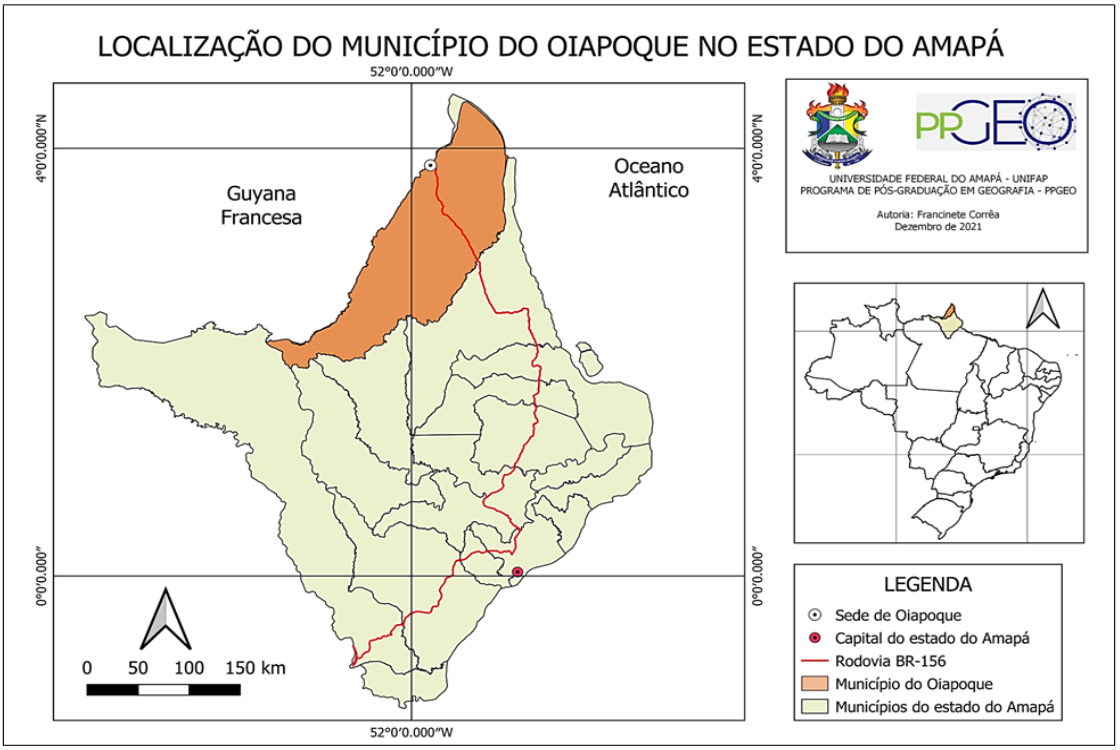
METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município do Oiapoque, situado no extremo norte do estado do Amapá, possui uma área de 22.625 Km²; representando 15,84% do estado, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3º50’10’’ N e Longitude: 51º12’ 54’’ W (Instituto de Geografia e Estatística-IBGE, 2010).

O município do Oiapoque faz parte da Mesorregião norte do estado do Amapá e destaca-se por ser o único a fazer fronteira com um território europeu ultramarino, a Guiana Francesa e por estar inserido em áreas de parques nacionais, terras indígenas e área de conservação estadual que incentiva ao turismo de natureza (PALHARES; GUERRA, 2016; ALMEIDA; RAUBER, 2017; CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

A leste Oiapoque é banhado pelo Oceano Atlântico e a oeste faz fronteira com a Guyana Francesa, e limite com os seguintes municípios amapaenses: Calçoene, Serra do Navio, Pedra Branca do Amapari e Laranjal do Jari (Figura 1) (IBGE, 2010).



Fonte: elaborado por Francinete Corrêa (2021).

Figura 1.Localização do município do Oiapoque.

O município do Oiapoque apresenta ambientes naturais que conduzem a necessidade de um maior conhecimento em seu quadro físico. Com isso, é importante inventariar e avaliar os locais de interesse geomorfológicos antes de inserir qualquer tipo de atividade que venha causar transformações da paisagem natural ou mesmo desencadear ou potencializar determinados riscos ambientais (CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

Materiais e métodos

Este artigo foi realizado com base na metodologia proposta por Pereira (2006) para a realização de estratégias de geoconservação composta por duas etapas: inventariação; quantificação que resulta na valorização e divulgação dos potenciais dos geomorfossítios avaliados.

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico teórico-conceitual sobre às abordagens de geodiversidade, patrimônio geomorfológico (geomorfossítios), geoconservação e geoturismo. Os quais foram adquiridos e consultados por meio físico e *on-line*, através de livros, sites *Google* acadêmico, Portal de periódicos, artigos, dissertações e teses, incluindo obras locais, nacionais e internacionais.

Em segundo momento foi feito o trabalho de campo a fim de construir o inventário dos geomorfossítios da área de estudo e obter seu potencial. Para o inventário (identificação, avaliação qualitativa e a caracterização) dos geomorfossítios utilizou-se uma ficha descritiva proposta na metodologia de Pereira (2006) (Figura 2, Ficha A e B).

FICHA A IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS GEOMORFOSSÍTIOS COM POTENCIAL AO GEOTURISMO NO MUNICÍPIO DE OIAPOQUE-AP				
1 – IDENTIFICAÇÃO				
Nome do responsável pelo preenchimento:		Data da visita:	Geomorfossítio Nº:	
Nome do local:		Município:	Estado:	
Altitude:				
Localização geográfica:		Latitude:	Longitude:	
Tipo de Local:		Isolado	Área	Panorâmico
Tipo de propriedade:		Pública	Privada	Não definida
Propriedade do Terreno		Urbano	Rural	Outra
Categoria Temática				
Granítico		Vulcânico	Cárstico	Residual
Tectônico		Litoral	Fluvial	Eólico
Glaciário		Periglaciário	Vertente	Geo-Cultural
2 – AVALIAÇÃO				
A – Valores				
Científico		Baixo	Médio	Elevado
Turístico	Nulo	Baixo	Médio	Elevado
Estético	Nulo	Baixo	Médio	Elevado
Ecológico	Nulo	Baixo	Médio	Elevado
Cultural	Nulo	Baixo	Médio	Elevado
Principais valores:				
B – Potencialidades de uso				
Acessibilidade		Difícil	Moderada	Fácil
Visibilidade		Fraca	Moderada	Boa
Uso atual:				
C – Necessidade de proteção				
Deterioração		Fraca	Moderada	Avançada
Proteção		Fraca	Moderada	Adequada
Vulnerabilidades identificadas:				
3 - ANOTAÇÕES GERAIS				

FICHA B CARACTERIZAÇÃO DOS GEOMORFOSSÍTIOS COM POTENCIAL AO GEOTURISMO NO MUNICÍPIO DE OIAPOQUE-AP	
DESCRIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	
SÍNTESE	
Descrição sumária	Caracterização do local, em especial, aos aspectos geomorfológicos local e regional da área de estudo
Litologias	Caracterização dos tipos de rochas regional e local
Interesses geomorfológicos principais dos geomorfossítios	Científico, Didático eTurístico
Evolução geomorfológica	Principais eventos geológicos e climáticos ocorridos na área de estudo
INTERESSE PATRIMONIAL	
Tipos de valor	Valor atribuído ao local (científico, ecológico, cultural, estético, econômico)
Cartografia	Identificação e localização dos geomorfossítios
USO E GESTÃO	
Acessibilidade	Caracterização do acesso ao local como as condições das vias, distâncias e locais de estacionamento.
Visibilidade	Condições de visibilidade das feições geomorfológicas, a partir das vias de acesso, considerando os obstáculos no terreno, ou presença de vegetação que prejudique a visualização.
Outros tipos de valor	Referência a elementos naturais e culturais existente no local.
Usos atuais	Indicação das atividades humanas presentes no local e, principalmente, da sua utilização, enquanto local de interesse natural e/ou cultural.
Estado de conservação	Caracterização das feições geomorfológicas em destaque, sob o ponto de vista da sua deterioração natural ou antrópica.
Vulnerabilidade	Identificação dos impactos decorrentes das atividades humanas ou naturais nas feições geomorfológicas.
Estatuto legal	Identificação do enquadramento legal da área.
Povoações e equipamentos	Identificação de infraestruturas para alojamento como pousadas, chalés etc., além de pontos de informação turística.
Intervenção necessária e/ou possível	Propostas de intervenção para a requalificação do local, com iniciativas para o seu uso enquanto local de interesse geomorfológico.

Fonte: Adaptado de Pereira (2006).

Figura 2. Fichas utilizadas na identificação, avaliação qualitativa e caracterização dos geomorfossítios.

Os materiais utilizados em campo foram: mapas de localização, GPS, câmera fotográfica, fichas de inventário, além do uso de transportes terrestre e fluvial.

Em terceiro momento foi feito a avaliação numérica com base nos indicadores que compõem os valores: Geomorfológico e de Gestão, seguindo a metodologia proposta por Pereira (2006) (Quadro 1).

Quadro 1. Indicadores que compõe os valores Científico e de Uso.

Valor Científico (VCi)	Valor de Uso (VUs)
Ar - Abundância/raridade, dentro da área de estudo	Ac - Condições de acessibilidade
I - Integridade, em função da deterioração	V - Condições de visibilidade
R - Representatividade, como recurso didático a partir dos processos geomorfológicos	Ug - Uso atual do interesse geomorfológico
D - Diversidade dos elementos geomorfológicos	U - Outros interesses, naturais e culturais, e usos atuais
G - Elementos geológicos no controle geomorfológico	P - Proteção oficial e limitações ao uso
K - Existência de conhecimento científico associado	E - Equipamentos e serviços de apoio ao uso
An - Abundância/raridade em nível nacional	_____

Fonte: Adaptado de Pereira (2006).

Assim, o potencial geoturístico foi obtido a partir da soma dos valores Científico e Adicional o que resultou no valor Geomorfológico. E, a soma dos valores de Uso e Preservação resultou no valor de gestão. A escala de pontuação da metodologia de Pereira (2006) varia de 0 a 2,0.

Para a valorização dos geomorfossítios foi gerado um produto com base nas informações adquiridas durante a pesquisa. Dessa forma, para a divulgação desses potenciais foi produzido um modelo de folder interpretativo/educativo que poderá ser utilizado como estratégias para divulgação do patrimônio geomorfológico do local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação qualitativa dos geomorfossítios

Os geomorfossítios demonstram relevantes processos evolutivos da Terra. O conhecimento sobre sua importância resulta em sua valorização e conservação. Como forma de contribuir com a valorização e conservação da geodiversidade local, foi feita uma avaliação com base na metodologia de Pereira (2006) que consiste em duas etapas: inventariação e quantificação. Diante disso foram avaliados dois locais de interesse geomorfológicos (Quadro 2).

Quadro 2. Geomorfossítios localizados na área de estudo no município do Oiapoque.

Geomorfossítio	Latitude	Longitude	Tipo
Pedra do Abacaxi	3º.51'. 24"N	51º.46'.12"W	Área
Ilha do Sol	3º.52'.13" N	51º.48'. 9"W	Isolado

Fonte: elaborado por Francinete Corrêa (2021).

Pedra do Abacaxi

O geomorfossítio Pedra do Abacaxi, está localizado a 12 de quilômetros de distância da sede do município do Oiapoque. É um afloramento rochoso de morro testemunho resultante de terrenos antigos com formação no período Pré-Cambriano (Figura 3). (PALHARES; GUERRA, 2016; CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).



Foto: Francinete Corrêa (2021).

Figura 3. Vista parcial da Pedra do Abacaxi.

A unidade geomorfologia do geomorfossítio é composta por colinas que apresentam características modeladas com dissecação, formada por rochas cristalinas do período Pré-Cambriano que apresenta topos aguçados e convexos. Essas unidades apresentam também vertentes ravinadas e estão associadas à cristas mais degastadas, onde predomina o Latossolo Vermelho Amarelo (IBGE, 2019).

O acesso a este geomorfossítio ocorre por via terrestre, sendo possível chegar ao local através da BR 156, após é necessário percorrer por um ramal sem pavimentação que apresenta bifurcação que dá acesso ao assentamento (Igarapé Grande) como também ao Distrito de Vila Vitória. Após percorrer o ramal, é necessário caminhar e/ou pedalar por uma trilha de aproximadamente 1,5 km até chegar ao geomorfossítio (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

A trilha fica localizada em meio à mata fechada, a qual é composta por árvores ombrófilas, latifoliadas, isto é, com características da região Amazônica. A caminhada na trilha dura em média 20 minutos, visto que durante o percurso é possível conhecer um pouco da fauna e da flora que se encontram na trilha e em suas margens. Dentre a vegetação seu principal destaque é o abacaxi que faz referência ao nome do geomorfossítio (CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

No geomorfossítio são encontradas cavidades de variados tamanhos, decorrente de processos erosivos a partir da ação pluvial sobre a rocha, dando origem as cavidades conhecidas como marmitas, visto que o clima presente no Oiapoque é quente e úmido, isto é, apresenta elevado índice pluviométrico (Figura 4).

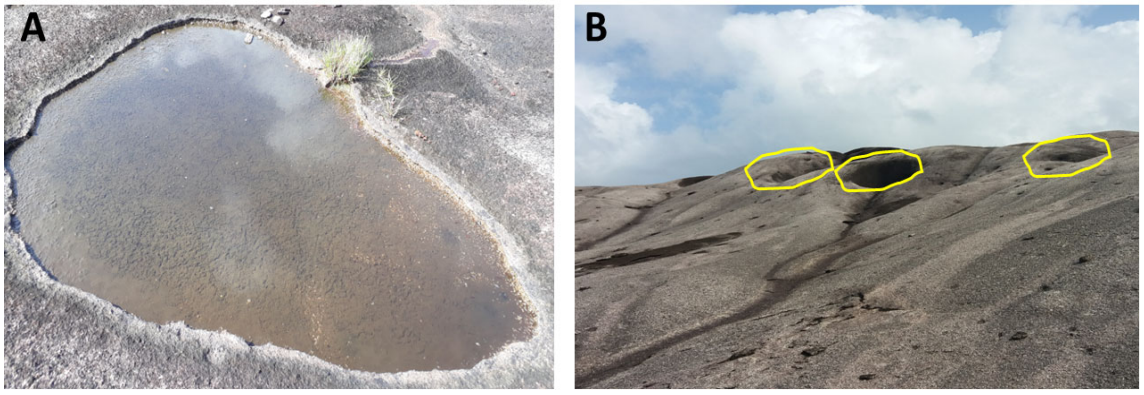


Foto: Francinete Corrêa (2021).

Figura 4. Cavidades sobre a Pedra do Abacaxi.

Um aspecto importante observado no geomorfossítio é que ele já é aproveitado para fins didáticos, científicos, turísticos e cultural, pois a área demonstra uma paisagem de fácil compreensão. Porém é importante frisar que o geomorfossítio precisa ser mais aproveitado em especial pelas atividades geoturísticas, pois foi observado algumas deterioração advindas das atividades humanas (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

Geomorfossítio Ilha do Sol

O Geomorfossítio Ilha do Sol localiza-se em um trecho do Baixo Curso do Rio Oiapoque entre o distrito de Vila Vitória (município de Oiapoque) e a cidade de São Jorge (Guyana Francesa) e apresenta altitude de 4 metros acima do nível médio do mar (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

Compreende uma área de 5.540m^2, composta de beleza natural ímpar, enriquecida por uma variedade de fauna, flora e feições de aspectos geológicos e geomorfológicos de possíveis abordagens, que apresentam boa visibilidade de alguns de seus elementos abióticos como afloramentos rochosos, praia e rio (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

O geomorfossítio é do tipo isolado devido ser a única geoforma localizada neste trecho do rio. Possui atratividade conhecida por estudantes, professores e turistas locais, regionais, nacionais e até mesmo internacionais (CORRÊA, 2021). Sendo que seu principal potencial está voltado ao ambiente natural que forma uma paisagem única (Figura 5).



Foto: Francinete Corrêa (2021).

Figura 5. Ilha do Sol.

A ilha é uma propriedade privada distante aproximadamente 6 quilômetros da sede municipal, sendo possível chegar ao local através de pequenos barcos a motor com saída a partir da orla da sede (PALHARES; GUERRA, 2016; CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021; CORRÊA et al., 2022).

A vegetação da ilha é composta de aningas, mamorana, buritizeiros e açaizeiros típicos da floresta Amazônica. Muitas destas estão fixadas entre ou sobre as rochas e até mesmo sobre a praia da ilha. Outro tipo de vegetação encontrada no local é o mangue, este é um tipo de vegetação oriunda de águas salgadas, pois está presente no geomorfossítio pelo fato da área sofrer influência do Oceano atlântico (CORRÊA, 2021).

É importante mencionar que parte do acesso a ilha também pode ocorrer por via terrestre, indo pela BR 156 sentido a Ponte Binacional no município do Oiapoque, até a entrada de uma estrada sem pavimentação denominada de Ramal de Vila Vitória que dá acesso a orla do distrito de Vila Vitória cerca de 7 km da sede (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

O trajeto até o distrito pode ser realizado por meio de automóveis, motocicletas e/ou bicicletas. Durante o percurso é possível ter uma visão privilegiada de algumas paisagens, com destaque para igarapés e corredeiras, além da vegetação as margens da estrada que é formada por savanas gramíneo-lenhosa e floresta ombrófila densa (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

O estado de conservação do geomorfossítio é boa. Verificou-se apenas vulnerabilidade natural (processos erosivos fluviais) (Figura 6), apesar de apresentar atividades antrópicas.



Foto: Francinete Corrêa (2021).

Figura 6. Erosão fluvial na Ilha do Sol.

A conservação desse geomorfossítio para a comunidade é bastante relevante, pois trata-se de um local que apresenta potencial que deve ser conservado para futuras gerações e esse processo de conscientização ecológica deve ser realizada de forma permanente por parte de pesquisadores e da própria população para a manutenção e conservação desse geomorfossítio.

Avaliação Quantitativa

A avaliação numérica refere-se à atribuição da pontuação a partir dos critérios presentes na Ficha C, onde quantificou-se os valores nos dois geomorfossítios (Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol) localizados na área de estudo.

Segundo Pereira (2006) tanto **VGm** como **VGt** têm o mesmo peso, com o máximo de 10 pontos, sendo atribuída pontuação máxima de 5,5 a VCi, de 4,5 a VAd, 7 ao VUs e de 3 a VPr. No indicador Valor Científico **(VCi)** avaliaram-se os critérios: abundância relativa, integridade, representatividade, diversidade, elementos geológicos, conhecimento científico e abundância nacional.

No indicador de Valor Adicional **(VAd)** avaliou-se o Valor Cultural, Estético e Ecológico. Já no indicador Valor de Uso **(VUs)** abrangeu: acessibilidade, visibilidade, outros usos, uso geomorfológico, proteção e equipamentos. O Valor indicativo de Proteção **(VPr)** que incluiu os valores integridade e vulnerabilidade (PEREIRA, 2006).

E por último Pereira (2006) descreve sobre o Valor Total (**VT**), que resulta da soma das pontuações obtidas em todos os indicadores e critérios avaliados.

A seguir os Quadros (3 e 4) destacam a avaliação numéricas referente aos geomorfossítios Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol.

Quadro 3. Avaliação numérica do geomorfossítio Pedra do Abacaxi com os valores Científico, Adicional, Uso e Preservação.

Valor Científico		Valor Adicional	
Ar	0,50		
I	0,50		
R	1,00	Cultural	0,50
D	0,33	Estético	1,00
G	0,33	Ecológico	1,50
K	0,25		
An	0,17		
Total	3,08	Total	3,00

Valor de Uso		Valor de Preservação	
Ac	0,43		
V	0,60		
Ug	1,00	Ip	0,75
U	0,67	Vu	1,50
P	0,67		
E	0,25		
Total	3,62	Total	2,25

Fonte: Elaborado por Francinete Corrêa (2021) a partir dos dados avaliados no geomorfossítio Pedra do Abacaxi.
Legenda: **(Ar** - Abundância/raridade, dentro da área de estudo; **I** - Integridade, em função da deterioração; **R** - Representatividade, como recurso didático a partir dos processos geomorfológicos; **D**- Diversidade dos elementos geomorfológicos; **G** - Elementos geológicos no controle geomorfológico; **K** - Existência de conhecimento científico associado; **An.** Abundância/raridade a nível nacional). **Ac** - Condições de acessibilidade; **V** - Condições de visibilidade; **Ug** - Uso atual do interesse geomorfológico; **U** - Outros interesses naturais e culturais e usos atuais; **P** - Proteção oficial e limitações ao uso; **E** - Equipamentos e serviços de apoio ao uso; **Ip** - Integridade em função da deterioração; **Vu-**Vulnerabilidade à deterioração antrópica).

Quadro 4. Avaliação numérica dos valores Científico, Adicional, Uso e Preservação do geomorfossítio Ilha do Sol.

Valor Científico		Valor Adicional	
Ar	0,75		
I	0,75		
R	1,00	Cultural	0,25
D	0,33	Estético	1,50
G	0,33	Ecológico	1,12
K	0,25		
Na	0,17		
Total	3,58	Total	2,87

Valor de Uso		Valor de Preservação	
Ac	1,29		
V	1,20		
Ug	1,00	Ip	0,75
U	1,00	Vu	2,00
P	0,67		
E	0,25		
Total	5,41	Total	2,75

Fonte: elaborado por Francinete Corrêa (2021), a partir dos dados avaliados no geomorfossítio Pedra do Abacaxi.
Legenda: **(Ar** - Abundância/raridade, dentro da área de estudo; **I** - Integridade, em função da deterioração; **R** - Representatividade, como recurso didático a partir dos processos geomorfológicos; **D**- Diversidade dos elementos geomorfológicos; **G** - Elementos geológicos no controle geomorfológico; **K** - Existência de conhecimento científico associado; **An.** Abundância/raridade a nível nacional). **Ac** - Condições de acessibilidade; **V** - Condições de visibilidade; **Ug** - Uso atual do interesse geomorfológico; **U** - Outros interesses naturais e culturais e usos atuais; **P** - Proteção oficial e limitações ao uso; **E** - Equipamentos e serviços de apoio ao uso; **Ip** - Integridade em função da deterioração; **Vu-**Vulnerabilidade à deterioração antrópica).

Segundo Pereira (2006), a seriação visa estabelecer a comparação dos resultados obtidos através da avaliação numérica, com objetivo de calcular e obter o Valor Total (VT) dos locais de interesse geomorfológico (Tabela 1).

Tabela 1. Seriação dos geomorfossítios com os indicadores (Científico, Adicional, Geomorfológico, Uso, Preservação, Gestão e Total).

	VALOR						
	Científico	**Adicional**	**Geomorfológico**	**Uso**	**Preservação**	**Gestão**	**Total**
Pedra do Abacaxi	3,08	3,00	6,08	3,62	2,25	5,87	11,95
Ilha do Sol	3,58	2,87	6,45	5,41	2,75	8,16	14,61

Fonte: elaborado por Francinete Corrêa (2021).

Valor Científico (VCi)

O geomorfossítio Ilha do Sol foi classificado na primeira posição em relação ao indicador VCi obtendo 3,58 pontos, o qual reflete a maior importância científica conferida à geoforma especificamente aos aspectos geomorfológicos em destaque na ilha. Enquanto o geomorfossítio Pedra do Abacaxi foi considerado menos valioso do ponto de vista científico, apresentando valor de 3,08 pontos.

Valor Adicional (VAd)

Neste indicador a Pedra do Abacaxi já toma a primeira posição onde foi mais valorizado obtendo 3,00 pontos, devido ao local ser utilizado em atividades ligadas a retiros religiosos, com isso obteve no Valor Cultural 0,50 pontos.

Porém, mesmo o local estando associado à morfologia granítica obteve no Valor Estético 1,00 ponto, devido apresentar deterioração decorrentes das atividades humanas, e em relação ao Valor Ecológico recebeu 1,50, pois apresenta maior diversidade de vegetação e a presença de diferentes espécies de animais na área, obtendo assim no VAd 3,00 pontos.

A Ilha do Sol apresentou Valor Cultural mais baixo em relação ao primeiro geomorfossítio (Pedra do Abacaxi), atribuindo a ilha apenas 0,25 pontos, pois na ilha não é realizada atividade religiosa como ocorre na Pedra do Abacaxi. Já em relação ao Valor Estético a ilha obteve mais pontos atribuindo-lhe 1,50 devido o local apresentar uma visão panorâmica e que compreende em sua área animais, vegetação, água e não apresenta deterioração decorrente de atividades humanas. Já no Valor Ecológico a ilha obteve 1,12, isto é, menor pontuação em comparação a Pedra do Abacaxi pelo fato da geoforma possuir menor ligação com espécies de vegetações e animais, obtendo assim 2,87 no VAd.

Valor Geomorfológico (VGm)

A soma dos indicadores VCi e VAd colocou a Ilha do Sol na primeira posição obtendo 6,45 pontos. Já a Pedra do Abacaxi, foi menos valorizado apresentando 6,08 pontos. É importante mencionar que existe singularidade entre os dois gemorfossítios, com isso apresenta pouca diferença, visto que os dois possui potencial e devem ser valorizados e conservados.

Valor de Uso (VUs)

Em relação ao indicador VUs, foi atribuída a Ilha do Sol a pontuação mais elevada sendo atribuído 5,41 pontos, apesar de estar localizada em um trecho do curso do Rio Oiapoque, o local é mais visitado tanto por turistas locais, nacionais e internacionais, além disso o geomorfossítio recebe estudantes e pesquisadores. Esta pontuação está relacionada com a atribuição da pontuação nos critérios de Acessibilidade (Ac) e Visibilidade (V) do local.

Em relação a Pedra do Abacaxi o local recebeu pontuação menor apresentando 3,62 pontos, este resultado está relacionado aos termos de acessibilidade que apesar do local apresentar um valor estético moderado, foi menos valorizado neste indicador obtendo apenas 1,00 ponto.

É importante mencionar que o geomorfossítio necessita de algumas manutenções em especial na trilha de acesso ao local, no ramal que apresenta grau moderado de dificuldade devido a presença de sulcos e ravinas, falta de iluminação e placas de sinalização.

Valor de Preservação (VPr)

Em relação ao Valor de Preservação foi levado em consideração apenas dois critérios (Integridade e Vulnerabilidade), onde os dois locais obtiveram pontuação próximo de 3 no indicador VPr. Isso indica boa preservação no estado natural dos locais, onde verificou-se que a maior parte de deterioração é resultante de causas naturais, provocada pelas ações intempéricas. Ainda assim é necessário iniciativas de conservação dos locais, pois são bastantes frequentados.

Assim, a Pedra do abacaxi apresentou 2,25 na pontuação, demostrando moderada deterioração decorrente de ações antrópicas em especial na trilha de acesso. Enquanto a Ilha do Sol apresentou 2,75 pontos no valor de preservação representando o local mais preservado dentro da área de estudo.

Valor de Gestão (VGt)

A soma dos indicadores VUs e VPr colocou o local a Ilha do Sol mais uma vez na primeira posição, no indicador VGt apresentou 8,16 pontos. Já a Pedra do Abacaxi foi menos valorizada apresentando pontuação de 5,87, devido ao reduzido VUs.

Valor Total (VT)

O local que apresentou VT mais elevado foi a Ilha do Sol obtendo 14,61 pontos, devido à boa pontuação na maioria dos indicadores (Científico, Geomorfológico, Uso e Gestão). O geomorfossítio Pedra do Abacaxi foi menos valorizado, aparecendo em primeira posição somente no Valor Adicional, obtendo assim no VT 11, 95 pontos.

VALORIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS GEOMORFOSSÍTIOS PEDRA DO ABACAXI E ILHA DO SOL DO MUNICÍPIO DO OIAPOQUE

O estudo em questão revelou as potencialidades da geodiversidade a partir dos geomorfossítios Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol, ambos localizados no município do Oiapoque, os quais apresentam potenciais ao uso geoturístico (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

Estes encontram-se em boas condições de conservação, necessitando apenas de planejamento por parte do poder público municipal em parceria com o setor privado e as instituições presentes na cidade para promover algumas medidas de educação ambiental que assegurem as condições ambientais do local e, também infraestruturas para receber adequadamente os visitantes (CORRÊA, 2020; CORRÊA, 2021).

Portanto, é necessário investimentos para transformar os locais para o desenvolvimento do geoturismo no município. E como forma de incentivar a prática do geoturismo no município foi produzido um folder com informações dos locais avaliados (geomorfossítios da área de estudo), objetivando a valorização e divulgação da geodiversidade.

Folder geoturístico

O folder é considerado um meio interpretativo que leva informações para os visitantes, e também para quem deseja levar informações dos aspectos abióticos da região para casa, além disso, servem como material de divulgação cultural ou natural, podendo ser enviados a instituições de ensino, jornalistas, agências de turismo receptivo, entre outros (MOREIRA, 2014).

A autora, ainda explica que os folders "são um meio de baixo custo e que podem conter os principais pontos onde seja interessante realizar a interpretação ambiental. Podem também ser mais específicos e abranger outros temas" (MOREIRA, 2014, p.104).

Neste contexto, a partir dos geomorfossítios inventariados, foi possível produzir um folder interpretativo com o intuito de promover a valorização e divulgação com informações da geodiversidade voltados à visitação, o que permitirá uma melhor compreensão da formação geológica e geomorfológica dos geomorfossítios.

É importante salientar que o folder não abrange todos os locais de interesse geomorfológico existente no município do Oiapoque, ele é proposto apenas para demonstrar algumas informações relevantes dos geomorfossítios inseridos na área da pesquisa como informações sobre as características e potenciais dos geomorfossítios, o que facilitará na compreensão e na interpretação da paisagem (CORRÊA, 2021).

O objetivo deste folder é primeiramente, contextualizar os visitantes sobre a formação dos geomorfossítios e em seguida informá-los sobre seus potenciais específicos da paisagem (CORRÊA, 2021).

As informações contidas no folder são descritas didaticamente voltado ao público em geral para que possam entender sobre a geodiversidade local. Desta maneira o folder é interpretativo que contempla dois pontos inclusos na área de estudo (Pedra do Abacaxi e Ilha do Sol).

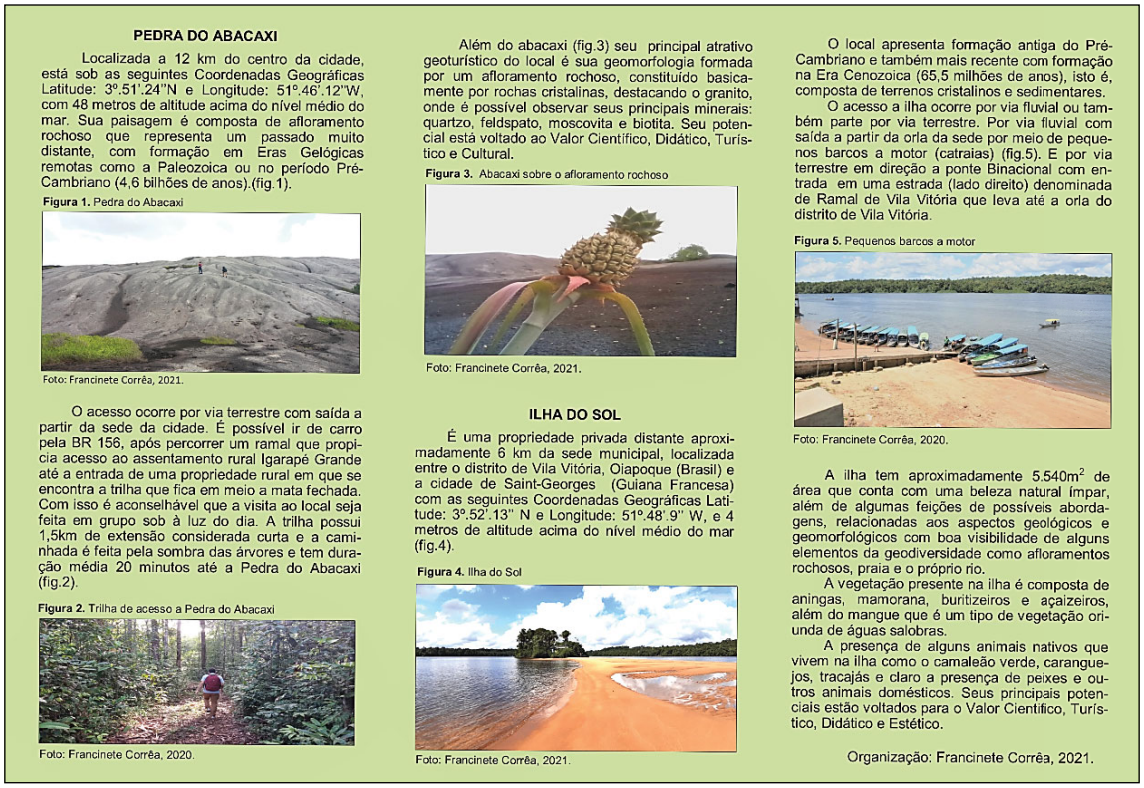
A parte externa do folder é composta de mapa de localização do município do Oiapoque destacando os locais inventariados com fotos ilustrativas com o objetivo de valorizar e divulgar a geodiversidade. Assim a parte externa do folder contém como título "**Potencial Geoturístico do Município do Oiapoque, Amapá**", ainda na parte externa contém a frase "**Venha conhecer a geodiversidade do Oiapoque**", pois foi uma forma pensada para chamar a atenção dos visitantes (Figura 7).



Fonte: Francinete Corrêa (2021).

Figura 7. Parte externa do folder geoturístico.

Na parte interna do folder o visitante encontrará informações sobre localização, acesso, infraestrutura e características geológicas e geomorfológicas dos geomorfossítios, com o intuito de passar conhecimentos sobre a geodiversidade local (Figura 8).



Fonte: Francinete Corrêa (2021).

Figura 8. Parte interna do folder geoturístico.

O primeiro geomorfossítio deste folder é denominado Pedra do Abacaxi, é voltado a todos os públicos principalmente à comunidade científica, estudantes universitários, do ensino médio e fundamental II, abrangendo todos que tenham interesse em conhecer sobre a geodiversidade da região (CORRÊA, 2021). O local é composto de afloramento rochoso que representa um passado muito distante, com formação em eras remota como a Paleozoica ou no período Pré-Cambriano com aproximadamente 4,6 bilhões de anos (CORRÊA, 2021).

O segundo geomorfossítio contido no folder é a Ilha do Sol, também voltado a todos os públicos, a comunidade científica, universitários, ensino médio e a turistas. O local apresenta formação antiga do Pré-Cambriano e também apresenta formação mais recente da Era Cenozoica com aproximadamente 65,5 milhões de anos, isto é, composta de terrenos cristalinos (antigos) e sedimentares (recentes) (CORRÊA, 2021).

Com base na distância entre esses dois pontos propõe-se que a visita aos locais seja realizada no mesmo dia. Sugere-se também a permanência dos visitantes na parte da manhã no primeiro ponto (Pedra do Abacaxi), pois não possui infraestrutura e acolhimento ao turista, com isso é necessário levar lanches, água e protetor solar para se hidratar e se proteger dos raios solares (CORRÊA, 2021).

Já no período da tarde, o visitante poderá dar continuidade ao passeio seguindo em direção ao geomorfossítio Ilha do Sol, mas fica a critério de cada visitante, visto que é aconselhável que a visita seja feita sob à luz do dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da avaliação dos geomorfossítios foi possível constatar que eles possuem valores turístico, científico, ecológico, cultural e estético. Desta maneira os geomorfossítios apresentam potenciais que podem ser explorados pelo geoturismo, o qual contribuirá para a valorização e divulgação desses locais, a fim de conservar a geodiversidade local para as futuras gerações.

Sendo que o geoturismo é considerado uma modalidade de turismo sustentável, que tem como objetivo a conservação da geodiversidade por meio de práticas educativas, visto que, através dele é transferido conhecimento da história da Terra, bem como do local visitado aos visitantes, incluindo informações de aspectos geológicos e geomorfológicos podendo tratar também sobre o tempo em que surgiram há milhões de anos.

O folder geoturístico proporcionará ao visitante o entendimento da história do local, para se ter uma compreensão da sua importância. Sendo que o conhecimento sobre a geodiversidade estimula a promoção do geoturismo, o qual é uma atividade praticada de forma sustentável, que contribui para com a conservação do meio abiótico melhorando assim a qualidade de vida dos moradores, por meio de geração de emprego e renda.

Porém, para a promoção do geoturismo é necessário que haja parceria entre o órgão público e o setor privado, bem como com as instituições de ensino e pesquisa, para que possa a haver a integração da atividade no local.

Essa cooperação entre os órgãos é importante, porque é necessário treinar e qualificar a mão de obra, para atuar nessa atividade. A instalação de placas interpretativas, sinalização e infraestrutura adequadas para receber os visitantes, incluindo a hotelaria é importante, pois o geoturismo é uma atividade desenvolvida através de planejamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. S.; RAUBER, A. L. Oiapoque, aqui começa o Brasil: a fronteira em construção e os desafios do desenvolvimento regional. **REDES**: Revista do Desenvolvimento Regional. Vol. 22, Nº 1, p. 474-493, 2017.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação** – a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Viseu. Ed. Palimage. 183 p. 2005. Disponível em: <http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf>. Acesso em: 27/12/2016.

CADERNO DE GEOGRAFIA, v.27, Número Especial 1, 2017, p.2318-2962.

CORRÊA, F, V. da. S. **Potencialidades geoturísticas em geomorfossítios no município do Oiapoque, Amapá/Brasil.** 2021. 149p**. (**Dissertação) Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Amapá. Macapá/Amapá. 2021.

CORRÊA, F, V. da. S. **Geoturismo**: uma proposta de possibilidades para o desenvolvimento do município de Oiapoque, Amapá/Brasil. Especialização em Geografia Relações Socioespaciais fronteira Franco-Brasileira - Universidade Federal do Amapá Campus Binacional, Oiapoque, 2020. 65f.

CORRÊA, F, V, da, S; GUERRA, A, T; ESPÍRITO SANTO, C, M do. Caracterização

preliminar dos locais de interesse geomorfológico para a prática do geoturismo no município de Oiapoque-Amapá-Brasil. Cap. 02, p. 21-31. *In:* **Geografia do Amapá em Perspectiva**: Vol. III. Org: BRITO, D, M, C; SILVA, E, A, C; FERREIRA, J, F de, C. Maringá. PR: Uniedusul. 2022.

CORRÊA, F, V, da, S; GUERRA, A, T; ESPÍRITO SANTO, C, M do; PALHARS, J, M. Geoturismo: uma opção de turismo sustentável para o município de Oiapoque-Amapá, Brasil. Cap. 13. p,118-127. *In:* **Educação ambiental, ecopedagogia e cartografia social** [recurso eletrônico. [recurso eletrônico]. RAMOS, F, S, N. [et al.] (Organizadores). — São Luís: EDUFMA, 2021. 231 p.; Tomo 5: il. (Coletânea I: Educação Ambiental e suas aplicabilidades). 2021.

FERREIRA, A, C. **Serra do Lenheiro, um conjunto de geossítios e suas inter-relações constituindo um relevante geoheritage.** Dissertação de mestrado em Geografia da Universidade Federal de São João Del-Rei. 337p. 2017.

FREIRE, L. M.; LIMA, J. S; SILVA, E. V. Geoturismo na Amazônia: uma proposta aplicada à Caverna do Limoeiro e seu entorno. Medicilândia (Pará). **InterEspaço Grajaú/MA** v. 4, n. 15 p. 131-155. 2018.

GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester: John Wiley & Sons. 434 p. 2004.

GUERRA, A. J. T. O papel dos solos sob a ótica do geoturismo, da geodiversidade e da geoconservação. *In*: **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação**. GUERRA. A. T.; JORGE; M. C. O. Abordagens geográficas e geológicas. São Paulo. Oficina de Textos, 2018. Cap. 4, p. 111-132.

HOSE, T. A. "Geoturismo" europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. *In*: BARRETINO, D.; WINBLEDON, W. A. P; GALLEGO, E. (ed.). **Patrimonio geológico**: conservación y gestión. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2000.181 p.

GALLEGO, E. 3G's for modern geotourism. **Geoheritage**, v 4, p.7-24, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-011-0052-y>. Acesso em: 12/11/20.

GALLEGO, E. The English Origins of Geotourism (As A Vehicle For Geoconservation) And Their Relevance To Current Studies. **Acta geographica Slovenica**. 343–360, p. 2011. Disponível em: https://ojs.zrc-sazu.si/ags/article/view/1324/1087. Acesso em: 12/11/20.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2021. **Banco de Dados de Informações Ambientais-BDIA**, <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia.html. Acesso em: 21 de novembro.2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico. 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 de março. 2020.

JORGE, M. C. O. O papel das comunidades locais, sua importância e os novos desafios acerca da sustentabilidade ambiental. *In*: **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação**. GUERRA. A. T; JORGE. M. C. O. Abordagens geográficas e geológicas. São Paulo. Oficina de Textos, 2018. cap. 2. p. 51-76.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 6, n.1, p. 151-174, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5241>.

Acesso em: 02/11/2019.

JORGE, M. do C. O. **Potencial geoturístico e estratégias de geoconservação em trilhas situadas na região sul do município de Ubatuba - SP**. 2017. 223f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro**. 2008. 103 p. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) – Escola de Ciências. Universidade do Minho. Portugal, 2008. Disponível em: <http://www.dct.uminho.pt/mest/pgg/docs/tese_lima.pdf>.

LIMA. C, V.; FILHO, R, F, P. Os temas e os conceitos da geodiversidade. **Revista Sapiência**: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG) - ISSN 2238-3565 V.7, N.4, p.223-239, dez. 2018.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L.; CASTRO, A. J. F. Geoturismo: Estratégia de Geoconservação e de Desenvolvimento Local. **Caderno de Geografia**, v. 21, n. 35, 2011.

MACHADO, R, M. **Potencialidades para o desenvolvimento do geoturismo no município de Itapipoca (CE).** 2019. Dissertação (mestrado) da Universidade Federal do Ceará- Fortaleza, 2019. 181p.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. Proposta de geomorfossítios e roteiro geoeducativo para o município de Natal/RN, Nordeste, Brasil. William Morris Davis - **Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 3, 30 de setembro de 2021, p. 1-38.

MANOSSO, F. C. Geodiversidade e Geoturismo: o potencial da Serra do Cadeado-PR. **Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul**. Saberes e fazeres no turismo: Interfaces. Universidade de Caxias, Rio Grande do Sul, RS, 2010.

MANSUR, K. L**.** Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. *In*: **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação**. GUERRA. A. T.; JORGE. M. C. O. Abordagens geográficas e geológicas. São Paulo. Oficina de Textos, 2018. cap. 1, p. 1-49.

MEIRA, S. A. **Subsídios ao Planejamento e Propostas de Promoção do Geopatrimônio do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil**. 2020. Tese (doutorado) Universidade de Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. 330 f.

MEIRA, S. A.; DANTAS, T. B.; NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, E. V. Geoconservação no Geossítio Trilha Ubajara-Araticum, Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 38, p. 42-57, 2019.

MOREIRA. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1. ed. rev. atual. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157 p.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo. Trinônimo importante para a proteção do patrimônio geológico**. SBG. Brasil. 2008. 84 p.

PALHARES, J. M.; GUERRA, A. J. T. Potencialidades no Município de Oiapoque, Amapá, para o Desenvolvimento do Geoturismo – AP. **Revista Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N. 2, p. 51-72, 2016.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphosites: a bridge betwenn scientific research, Cultural integration and artistic suggestion. **Il Quaternario** Italian Journal of Quaternary Sciences 18(1), 2005 - Volume Speciale, 3-10. Disponível em: <http://www.aiqua.it/

index.php/the-journal/il-quaternario-1988-2011/volume-18-1/299-geomorphosites-a-bridge-betwenn-scientific-research-cultural-integration-and-artistic-suggestion/file>.

PEREIRA, E. O.; RUCHKYS, Ú. De. A. Quantificação e análise da geodiversidade aplicada ao geoturismo na área de proteção ambiental sul da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. **RA'E GA**: o Espaço Geográfico em Análise, v. 37, p. 207-226, 2016.

PEREIRA, P. **Património geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação: aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 370 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade do Minho. Braga, 2006.

PIEKARZ, G.; LICCARDO, A. Turismo Geológico na rota dos tropeiros. **Revista Global Tourism**. Vol. 3, nº 2. 2007. 01-18, p. Disponível em: <http://geoturismobrasil.com/artigos/Turismo%20Geol%F3gico%20na%20Rota%20dos%20Tropeiros_Paran%E1.pdf>.

PINTO, V, K, E. **Identificação de locais de interesse geomorfológico no Parque Estadual do Sumidouro, Minas Gerais:** possibilidades para o geoturismo. 2013. 224p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2013.

RANGEL, L. de A; GUERRA, A. J. T. Geoturismo como alternativa ao turismo de massa na vila de trindade, litoral do parque nacional da serra da bocaina - Paraty (rio de janeiro). **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 20, p. 506-521, 2019.

SANTOS, E, M. **Diagnóstico da geodiversidade e potencial geoturístico do município de Bonito, Agreste de Pernambuco** (dissertação de mestrado), Recife, 2012. 113 p.

SERRANO CAÑADAS; RUYZ FLAÑO, P. Geodiversidad: Concepto, Evaluación y aplicación territorial. El caso de tiermes Caracena (Soria). **Boletín de la A. G. E.** nº 45, 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2519782/2.pdf>.

SHARPLES, C. **Concept and Principles of Geoconservation**. 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266021113_Concepts_and_principles_of_geoconservation>.

SILVA, C. R. (Ed.) **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, J. F. A.; AQUINO, C. M. S. Panorama geral das iniciativas de geoconservação do patrimônio geológico internacionais e nacionais. **Caderno de Geografia**, v.27, Número Especial 1, 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/issue/view/937>.

SILVA, H, V, M, da; AQUINO, C, M, S de; AQUINO, R, P, de. Geoconservação no geomorfossítio Complexo Mini Cânion do Rio Poti, Juazeiro do Piauí, Piauí, Brasil. **Revista do departamento de Geografia Universidade de São Paulo**. Volume. 41 (2021). 17p.

SOUSA, F, W, de A.; LIMA, I, M, de M, F. Patrimônio Geomorfológico e Geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Geografia Físicas e as Mudanças Climáticas. Fortaleza-CE, 2019. 12p. Disponível em: <http://www.editora.ufc.br/images/imagens/pdf/geografia-fisica-e-as-mudancas-globais/1232.pdf>. Acesso em: 16/11/2020.

STANLEY, M. **Geodiversity. Earth Heritage**, 14: 15-18. 2000. Disponível em: <http://www.earthheritage.org.uk/wp/wp-content/uploads/2018/03/EH14-2000.pdf>. Acesso em: 05/11/2020.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4006

DESCARACTERIZAÇÃO DOS DIQUES MARGINAIS DE RIOS E RIACHOS EM AMBIENTES SEMIÁRIDOS

DECHARACTERIZATION OF MARGINAL DIKES OF RIVERS AND STREAMS IN SEMI-ARID ENVIRONMENTS

DÉCARACTÉRISATION DES IDGUES MARGINALES DES RIVIÈRES ET DES RUISSEAUX DANS LES ENVIRONNEMENTS SEMI-ARIDES

Ernane Cortez Lima[1]

RESUMO: O presente artigo trata de questão de descaracterização de diques marginais de rios e riachos em ambientes semiáridos que vêm acelerando com o passar dos anos. O ambiente semiárido por suas características naturais já apresenta suas limitações do ponto de vista de água, vegetação, de solos, e de temperatura. Esse ambiente exibe duas estações do ano bem definidas uma úmida que dura aproximadamente quatro meses e meio tendo início em janeiro e se prolongando até maio e outra com início no final de maio se prolongando até dezembro comprometendo o lençol freático principalmente entre os meses de setembro outubro e novembro. Nesse espaço de tempos secos a flora e a fauna são bastante comprometidas além do intemperismo mecânico trabalhando com efeito das oscilações diurna e noturnas da temperatura, desagregando e decompondo as rochas. O dique marginal é intermediário entre os escoamentos areolar e o linear constituído de material colúvio.

Palavras-chave: Semiárido. Diques marginais. Riachos.

ABSTRACT : The present article approaches the marginal dikes decharacterization in rivers and streams from semi-arid environments that has been increasing as the years goes by. The semi-arid environment, due to its natural features, has enough limitations to available water, vegetation, soil and its temperature. This environment exhibits two well-defined seasons: a humid one that lasts approximately four months and a half, starting in January and longing to May; the other one is arid, begins on the last days of May and

1 Pós-doutor em Geografia. Professor Adjunto da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA e professor do Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG) Centro de Ciências Humanas (CCH), Sobral. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1744-6928. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1744- 6928. E-mail: ernanecortez@hotmail.com.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

longs until December. In the meantime, mainly during the months of September, October and November the groundwater is harmed. During these dry weather periods, the flora and wildlife are also intensively harmed, in addition, the mechanical weathering running with the diurnal and nocturnal temperatures fluctuations causes faster rock decomposition and disaggregation. The marginal dike is intermediate between the areolar and the linear flows consisting of colluvial material.

Keywords: Semi-arid. Marginal dikes. Streams.

RÉSUMÉ: Cet article aborde la décaractérisation des digues marginales des rivières et ruisseaux qui s'accélères au fil des années dans les environnements semi-aride. Ce milieu, pour ses propres caractéristiques, présente déjà limitations par la perspective de l'eau disponible, la vegetation, le sol e la temperature. L'environnement semi-aride affiche deux stations bien précises: une humide qui dure quatre mois et demi environt, commençant en janvier et prolongean en mai; l'autre commence au fin du mai et se prolonge au décembre encore. Cette réalité endommage la nappe phréatique principalement entre les mois de septembre, octobre et novembre. Dans ce délai, la flore et la faune sont endommagées, en autre, le vieillissement mécanique fonctionne avec les changements de températures diurnes et nocturnes, qui désagrège et décompose les roches. La digue marginale est intermédiare entre les écoulements aréolaires et linéares constitué de matérieu colluvial.

Mots-clés: Semi-aride. Digues marginaux. Ruisseaux.

INTRODUÇÃO

Para tratar de ambiente semiárido, faz-se necessário compreender o clima do Nordeste Brasileiro o qual resulta de complexos sistemas dinâmicos atmosféricos, apresentando extrema irregularidade temporo-espacial das precipitações, provocando por vezes chuvas concentradas em períodos curtos e por vezes períodos mais longos com chuvas torrenciais, o que gera desastres e muitos danos tanto à população ribeirinha como à população tradicional. Estes são os sistemas atuantes no nordeste brasileiro: os sistemas frontais (frentes frias), com sua formação original no polo sul; a zona de convergência intertropical (ZCIT), que oscila dentro da faixa dos trópicos; centro de vorticidade ciclônica, com tempo de atuação variável dentro do período de chuvas. Geralmente as precipitações anuais exibem de 400 a 800mm. O semiárido do nordeste brasileiro corresponde a uma área de 853.383,59 km², equivalente a 48,10% da região Nordeste e a 10,02% do espaço brasileiro (BNB, 2005), envolvendo a parte central da região Nordeste e uma pequena parcela setentrional da região Sudeste. Não somente é responsável por toda a configuração das paisagens do semiárido, mas, também, os processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, fitogeográficos.

A geologia é assinalada por terrenos cristalinos praticamente impermeáveis e terrenos sedimentares com um acúmulo significativo de água subterrânea, comumente com solos

mineralogicamente ricos, pouco profundos, pedregosos e com limitada capacidade de retenção da água superficial, que é fator limitante para a prática da agricultura.

A geomorfologia apresenta unidades bem diferenciadas como superfície de aplainamento, maciços residuais, inselbergs, planícies fluviais e planaltos sedimentares.

A rede de drenagem está associada ao estrato rochoso do ponto de vista da impermeabilidade pois trata-se de embasamento cristalino gerando escoamento fluvial bastante significativo com canais fluviais totalmente sazonais e, assim, passa boa parte do tempo sem água, sendo condicionado pela semiaridez.

A respeito da cobertura vegetal, estudos de Ab'Saber (1974) indicaram que grande parte da Caatinga se localiza em depressões interplanálticas, estende-se ao longo de pediplanos ondulados que, possivelmente, foram formados a partir da sedimentação ocorrida desde o período Cretáceo ou Terciário, que cobriram o escudo brasileiro basal do Pré-Cambriano".

Em comparação com outros Biomas brasileiros, a Caatinga apresenta características extremas em seus parâmetros meteorológicos, predominantemente classificada segundo os critérios de Köppen, como Aw (clima tropical com inverno seco) e BSh (clima de estepes quentes de baixa latitude e altitude), com alta radiação solar, altas temperaturas médias anuais, baixas taxas de umidade relativa do ar e precipitações baixas e irregulares, limitadas a períodos curtos durante o ano (PEEL et al., 2007).

Por sua vez, os terraços fluviais apresentam os neossolos flúvicos que são muito importantes para as atividades agrícolas, tendo em vista as melhores disponibilidades hídricas e a topografia plana. Nessas áreas, podem ocorrer os chamados cultivos de várzea muito comuns em períodos de estiagem no sertão.

Os diques marginais acompanham os cursos dos rios e riachos em suas margens direita e esquerda partindo dos sopés das serras, dos planaltos e serrotes, mais precisamente nos médios e baixos cursos das bacias hidrográficas até o limite com o oceano, mantendo a água em "corredores" calhas fluviais e/ou talvegues ou nos leitos menores geomorfologicamente falando. Apresentam diferentes altitudes com relação à linha de superfície e o fundo do vale dependendo do gradiente e nível de base local, dando condições para que a água seja transportada ao seu destino final ou em outro canal, ou no litoral com drenagens dos tipos endorréica e exorréica.

METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa baseou-se em levantamentos bibliográficos de modo mais conceitual sendo seguida de reflexões acerca de diques marginais de bacias hidrográficas como suporte territorial para o conservação ambiental, e instrumento para as políticas ambientais, visando o desenvolvimento sustentável em conformidade com o processo de articulação para tomadas de decisões sobre o ordenamento territorial que apontem um rumo para adequar as ações e intervenções dos governos e dos agentes econômicos e atores sociais, aos sistemas naturais.

Vale ressaltar que a percepção do conjunto é um importante requisito para análise ambiental integrada, presume a consideração dos mecanismos que integram harmonicamente a natureza, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Isso requer a adoção de metodologias e técnicas de pesquisas que apontem à compreensão concomitante e integral dos elementos que representem condições potencialmente positivas ou limitativas para a utilização dos recursos naturais.

Pesquisas desenvolvidas em bacias hidrográficas com perspectivas sistêmicas e integradas viabilizam a elaboração de propostas e efetivação de ações mais embasadas na dinâmica e funcionamento da bacia, promovendo limitações de uso dos recursos naturais pautados nas potencialidades e limitações dos mesmos.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

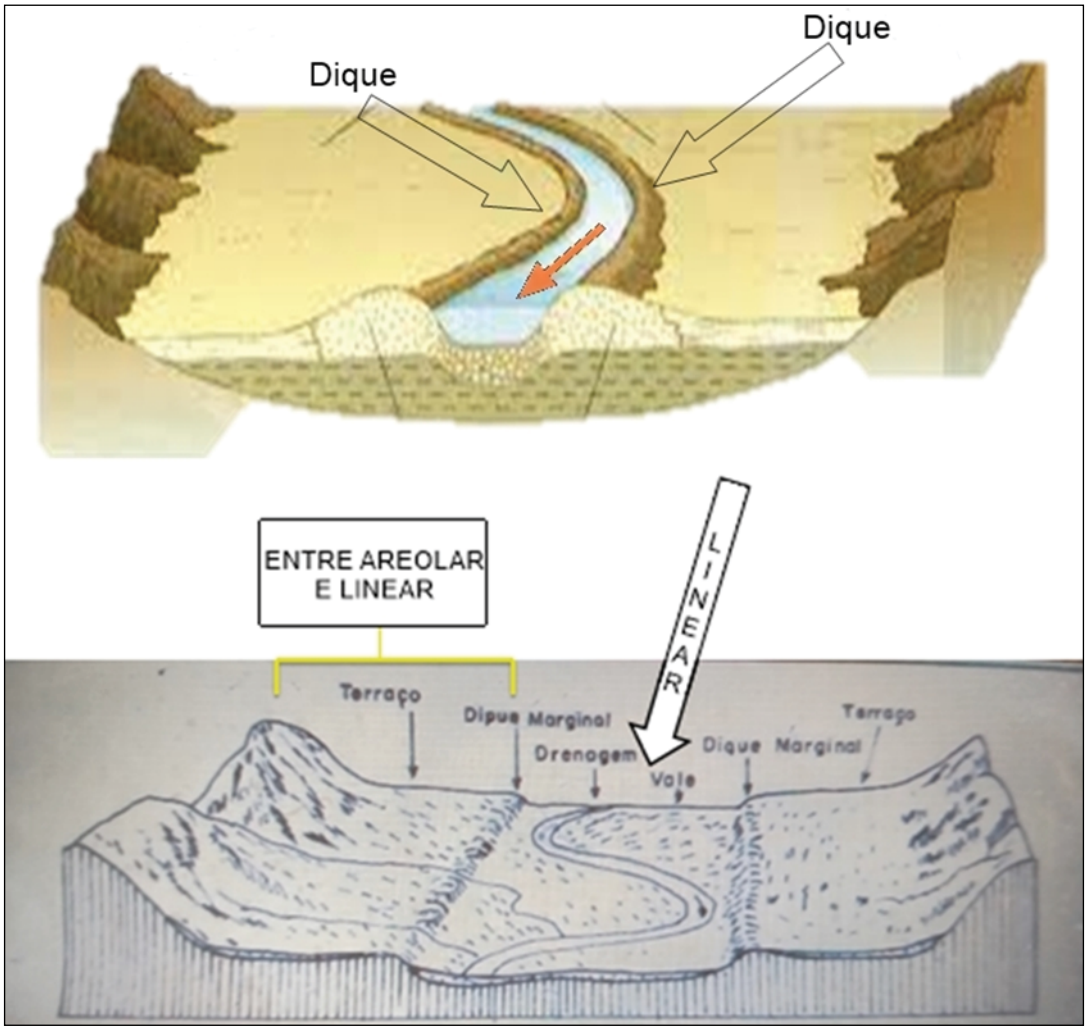
Diques marginais

A descaracterização dos diques marginais remete à mudança do que havia antes; a alteração da paisagem anterior. Essa alteração significa também retirada da vegetação natural, perda da biodiversidade, perda de solos, mudança no micro-clima, perda de equilíbrio e interação entre o canal fluvial e a zona ripária. Percebe-se nitidamente que a descaracterização traz prejuízos diversos e bastante significativos. Lembrando que o dique marginal é o local onde se desenvolve e permanece a mata galeria ou mata ciliar. Essa, por sua vez, oferece proteção para o dique marginal no sentido de sua manutenção além de, segundo Durigan e Silveira (1999), trazer benefícios ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e/ou abióticos.

Conforme Lima (2012), quando as políticas públicas, através de propostas e ou medidas de planejamento ambiental na área de bacias hidrográficas, não apresentam ações de desenvolvimento sustentável melhorando a qualidade socioeconômica local, a gestão ambiental deve ser repensada.

Localização dos diques marginais

Os diques marginais localizam-se às margens dos rios e riachos, trata-se de Intermediário entre os processos areolares e os lineares. São encontrados nos médios e baixos cursos dos rios e riachos e possuem secções transversais retangulares com margens quase verticais e leitos aluviais planos, mais especificamente nas áreas de planícies fluviais. Ver Figura 1.



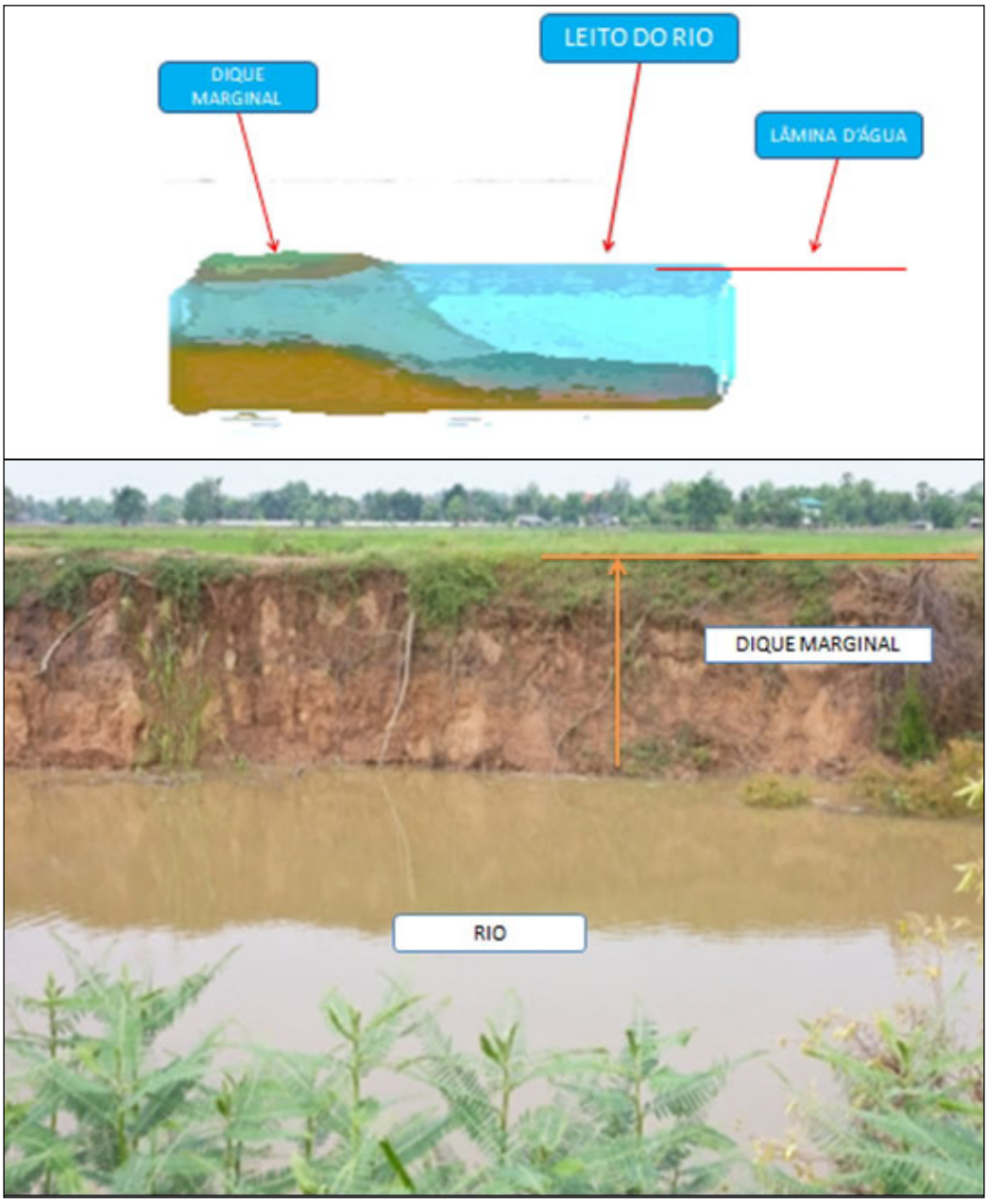
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1. Localização do dique marginal e Dique marginal entre Processos Areolares e lineares.

Origem e formação do dique marginal

O dique marginal tem sua origem diretamente ligada ao escavamento do vale executado pelo canal fluvial formando o talvegue, e pela deposição de sedimentos quando o fluxo de água do rio ultrapassa as margens do canal. Conforme Pereira & Silva (2007), os terraços e planícies fluviais são superfícies formadas por sedimentos aluviais quaternários depositados ao longo das calhas fluviais. Essas áreas são de suma importância para as comunidades ribeirinhas e tradicionais, por apresentarem melhores condições hídricas.

A corrente fluvial, quando ultrapassa o dique marginal, é freada e abandona parte de sua carga permitindo a edificação do dique marginal. Ver Figura 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2. Formação do dique marginal.

Rede de drenagem diques marginais e déficit hídrico

Embora o semiárido do Nordeste brasileiro não disponha de um regime regular de chuvas bem distribuídas, apresenta uma rica rede de drenagem exibindo como por exemplo no estado do Ceará 12 bacias hidrográficas com um número bastante expressivo de canais fluviais. A drenagem do tipo dendrítica e ou sub-dendrítica associada à estrutura geológica também exerce influência nos padrões de drenagem dependendo, sobretudo, de sua permoporosidade. Os terrenos do embasamento cristalino, apresentam baixa porosidade, o qual limita o potencial

hidrogeológico e condiciona um padrão de drenagem dendrítico. Vale ressaltar que esse ambiente é condicionado pelos processos da semiaridez, com poucas exceções.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e responsável pela implementação da gestão dos recursos hídricos brasileiros. Esse órgão foi criado pela lei nº 9.984/2000 e regulamentado pelo decreto nº 3.692/2000. Já a lei das águas (lei nº 9.433/97) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Tem como missão regular o uso das águas dos rios e lagos de domínio da União e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, garantindo o seu uso sustentável, evitando a poluição e o desperdício, e assegurando água de boa qualidade e em quantidade suficiente para a atual e as futuras gerações.

Para Lima (2004), as bacias hidrográficas, por sua vez, principalmente em suas nascentes e fundos de vales, são áreas intensamente ocupadas pela população que reside no semiárido, por apresentarem, em geral, boa disponibilidade hídrica, solos de elevada capacidade de exploração agrícola e de grande significado econômico, pois propiciam melhores opções de sobrevivência para o homem do campo nos anos de estiagem prolongada.

Referimo-nos às bacias e fundos de vales no sentido de demonstrar que em toda a área territorial da bacia hidrográfica, nos seus médios e baixos cursos, vão existir os diques marginais que, por sua vez "sofrem" com intensa ocupação por parte das comunidades ribeirinhas.

Lima (2004) ainda complementa que, apesar de todo seu potencial natural, as unidades geossistêmicas do semiárido, no caso as bacias hidrográficas têm suas fragilidades ambientais ampliadas frente à ação humana na dinâmica natural que acaba por acelerar os processos erosivos, contribuindo para a modificação do relevo.

Déficit hídrico

Araújo (2011), explica com muita propriedade em seu artigo a situação da água no ambiente semiárido. Geralmente o balanço hídrico dessa região apresenta deficiência hídrica, porque o potencial de evapotranspiração é maior do que as precipitações. Devido a isso, as plantas adaptaram-se ao longo de milhares de anos a essa variação das condições ambientais, permanecendo vivas, mas como estivessem 'mortas', em um período de latência, esperando para florir e se mostrarem frondosas na época das chuvas. Há, porém, áreas em que não existe essa deficiência ou ela é bem reduzida, como são os casos de margens de rios, denominados de baixios e as serras úmidas ou brejos.

Percebe-se, com muita clareza, que as margens dos rios são citadas, ou seja, são áreas com potencial de umidade a qual consegue atravessar os períodos de estiagem que variam de poucos meses a anos, conseguindo manter a vegetação viva, verde, frondosa, manter a biodiversidade, fixar os solos, manter o equilíbrio do canal fluvial e segurar os diques marginais. É dessa importância que estamos nos referindo em conservar e preservar esses ambientes de diques marginais pois os mesmos sustentam a mata galeria com muita propriedade.

Principal causa da descaracterização

A principal causa da descaracterização do dique marginal está ligada ao desmatamento da mata ciliar. A mata ciliar é entendida como sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas, sobre as margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, é também chamada de mata ripária ou mata de galeria,

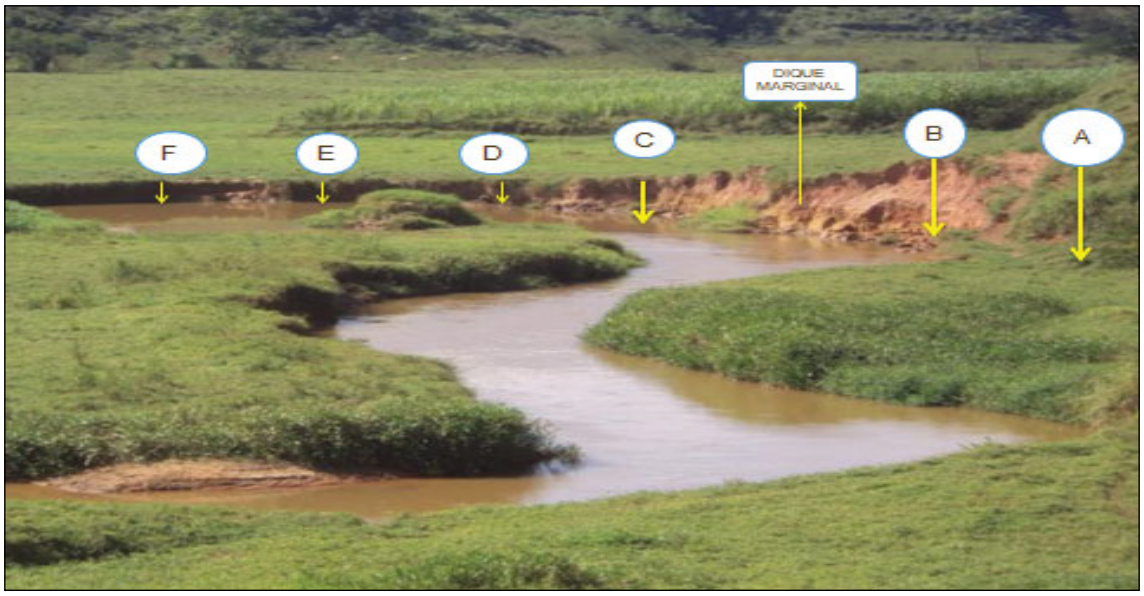
O ambiente da zona ciliar, em geral, apresenta uma grande diversidade de espécies, naturalmente adaptadas às variações dos fatores ecológicos do ambiente ripário. No entanto, uma vez retirada, nessa mata há o início de um processo de erosão associado tanto ao meio natural através da desagregação do solo por não existir mais as raízes das árvores que sustentavam esse material como também intensificando o processo de assoreamento para o leito do canal fluvial. Ver Figuras 3, 4 e 5.

Fica claro, pelo que está escrito acima, que a causa principal da descaracterização dos diques marginais é a retirada da cobertura vegetal denominada de mata ciliar.

A legislação brasileira define as faixas de preservação na margem dos rios para a conservação destes sistemas biológicos importantes. A Lei n˚12.651 (BRASIL, 2012), em seu Artigo 4, considera:

> As faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> • 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> • 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50(cinquenta) metros de largura;
> • 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200(duzentos) metros de largura;
> • 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos)a 600 (seiscentos) metros de largura;
> • 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Apesar da legislação brasileira apresentar essa medição bastante significativa para conservação das matas ciliares, na prática a mesma não acontece como sugere o código florestal brasileiro. Por uma questão de falta de conhecimento e mesmo de políticas públicas na orientação do plantio e conservação das matas ciliares, há o desmatamento desordenado à procura de áreas com maior umidade próxima aos canais fluviais, mais precisamente nas áreas de diques marginais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3. Sequência de rebaixamento do dique marginal letras A a F. Além da retirada da mata ciliar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4. Descaracterização completa do dique marginal. Rio bastante assoreado em função da falta da mata ciliar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5. Descaracterização do dique marginal e desmatamento da mata ciliar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores de formação das paisagens no semiárido do Nordeste brasileiro são essenciais para que se possa compreender os conjuntos individualizados das paisagens, mas que são condicionados pelos processos da semiaridez formando um sistema harmônico e indissociável em suas conexões de fluxo de matéria e energia. Dessa forma, a observação do conjunto é sem sombra de dúvida imprescindível para se tentar estabelecer propostas ordenamento territorial, como zoneamentos, com vistas à procura pela sustentabilidade nos mais diversos sistemas ambientais.

Vale ressaltar que a ação antrópica foi parcialmente considerada nessa pesquisa sobre a paisagem no trecho em voga. Todavia é indispensável destacar que a mesma tem sido responsável por expressivas alterações nas paisagens descritas acima.

Sem dúvida, os diques marginais de uma considerável parcela das planícies fluviais inseridas no semiárido do nordeste brasileiro estão em processo de descaracterização, os mesmos apresentando trechos com maior aceleração de degradação outros intermediários e outros já bem mais devastados. Lembrando que se trata de um número bastante expressivo de canais fluviais com vários quilômetros de comprimento controlados pela semiaridez. À medida que o tempo passa, essa descaracterização tende a se intensificar mais ainda por falta de políticas públicas direcionadas ao meio ambiente. Não basta possuir leis federais, estaduais e municipais somente, é preciso aplicá-las monitorar as áreas com maior preocupação de conservação e preservação ambiental principalmente em se tratando de canais fluviais no semiárido, onde a escassez de água é uma realidade natural e a mesma intensifica-se através de ações humanas que poderiam ser observadas, mudadas substituídas por uma convivência com o semiárido.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático das caatingas brasileiras**. São Paulo, Instituto de Geografia, USP, Geomorfologia, n. 43, 1974.

ARAÚJO, S. M. S. de. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica**-Revista Científica da FASETE. 5 n. 2011.

BRASIL. Lei nº 12.621, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília**: Congresso Nacional [2012]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 8 maio. 2022.

BNB. **Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2005. 108p.s.

BRASIL. **Lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000, Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília. 2000.

BRASIL. **Lei n° 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Instituiu a Política nacional de Recursos Hídrico. Brasília. 1997.

DURIGAN, G; SILVEIRA, E. R. da. Recomposição de mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Florestalis**, São Paulo, n. 56, p.135-144, dez.1999.

LIMA, E. C. **Análise e Manejo Geoambiental das Nascentes do Alto rio Acaraú:** Serra das Matas Ceará. 2004. 178p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza. 2004.

LIMA, E. C. **Planejamento Ambiental como subsídio a Gestão Ambiental da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará.** 2012. 201p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, UFC. Fortaleza, 2012.

PELL, M.C.; FINLAYSON,B.L., and MCMAHON,T.A. Updated wordmap ofthe Koppen-Geiger climate classification, Hydrol. **Earth Syst.Sci**.,11,1633-1644,doi:10.5194/hess-11-1633-2007,2007.

PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. Problemas ambientais e unidades de conservação no Ceará. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, W. C. (Orgs.). **Ceará**: um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480p.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4007

A DINÂMICA DA PAISAGEM DO ESTADO DO AMAPÁ: ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL PARA O EIXO DE INFLUÊNCIA DAS RODOVIAS BR-156 E BR-210

THE DYNAMICS OF THE LANDSCAPE OF THE STATE OF AMAPÁ: ANALYSIS OF LAND USE AND VEGETABLE COVERAGE FOR THE AXIS OF INFLUENCE OF THE BR-156 AND BR-210 HIGHWAYS

LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE DE L'ÉTAT D'AMAPÁ: ANALYSE DE L'UTILISATION DES TERRES ET COUVERTURE VÉGÉTALE VERS L'AXE D'INFLUENCE DES ROUTES BR-156 ET BR-210

Alexandre Luiz Rauber[1]

RESUMO: O presente artigo aborda as transformações da paisagem no eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210 no Estado do Amapá. Para tanto, perspectivou-se compreender a dinâmica da configuração espacial dos atores intervenientes e transformadores das e nas unidades de paisagem Floresta e Cerrado Amapaense. A área de análise da paisagem, enquanto critério para a seleção das imagens de satélite e de radar foi a poligonal de 50km de largura sobre o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210. Foram elaborados e analisados mapas multitemporais do uso da terra e cobertura vegetal que serviram de base para analisar os padrões e tendências de ocupação dos atores intervenientes nas frentes de expansão sobre as áreas de Floresta e Cerrado Amapaense.

Palavras-chave: Dinâmica da Paisagem. Uso da Terra. Amapá.

ABSTRACT: This article discusses the transformations of the landscape in the axis of influence of highways BR-156 and BR-210 in the State of Amapá. To this end, we sought a perspective of understanding about the dynamics of the spatial configuration of the intervening and transforming actors of Amapa's forest and bushland landscape units that also act in them. The landscape analysis area, as a criterion for the selection of satellite and radar images, encompassed the polygonal of 50 km wide on the axis of influence of highways BR-156 and BR-210. Multitime maps of land use and vegetation cover were elaborated and

1 Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás IESA/UFG. Atualmente é Professor Adjunto do Colegiado de Geografia do Campus Binacional da Universidade Federal do Amapá/ UNIFAP e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO/UNIFAP. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4909-6491. E-mail: rauber@unifap.br.

Artigo recebido em abril de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

analyzed, which served as the basis for the analysis of patterns and occupation trends of the actors intervening in the expansion fronts over Amapa's forest and bushland areas.

Keywords: Landscape Dynamics. Land Use. State of Amapá.

RÉSUMÉ : Cet article traite des transformations du paysage dans l'axe d'influence des autoroutes BR-156 et BR-210 dans l'État d'Amapá. Pour ce faire, il a été envisagé de comprendre la dynamique de la configuration spatiale des acteurs et transformateurs des unités de paysage Forêt et Savane Amapaense. La zone d'analyse du paysage, en tant que critère de sélection des images satellite et radar, était la zone polygonale de 50 km de large sur l'axe d'influence des autoroutes BR-156 et BR-210. Des cartes multitemporelles de l'utilisation des terres et de la couverture végétale ont été élaborées et analysées et ont servi de base pour analyser les modèles et les tendances d'occupation des acteurs sur les fronts d'expansion au-dessus des zones de forêt et Savane Amapaense.

Mots-clés: Dynamique du paysage. Utilisation de la Terre. Amapá.

INTRODUÇÃO

A motivação para a pesquisa da temática "dinâmica da paisagem do Amapá", surgiu com a necessidade de percorrer, regularmente, o trajeto de 600 km entre as cidades de Macapá/AP e Oiapoque/AP. Pude observar e vivenciar desde o ano de 2013 algumas transformações que foram ocorrendo nas paisagens no eixo de influência das Rodovias BR-156 e BR-210, como: a) ciclos de cultivo nos talhões de silvicultura e transporte contínuo ao Porto de Santana; b) construção e enchimento do lago da hidrelétrica de Ferreira Gomes; c) primeiras áreas com plantio empresarial de soja no Cerrado nas proximidades de Macapá e Itaubal; d) ampliação e instalação de madeireiras nos municípios de Porto Grande e Tartarugalzinho; e) queimadas para a renovação de pastagens no Campo Alagado e Cerrado amapaense; f) desmatamento de corte raso para o plantio de pastagem na área de Floresta; g) desmatamento de corte raso, seguido de queimadas controladas nas áreas de agricultura de subsistência nos Assentamentos Rurais e Terras Indígenas.

Quando se trata de caracterizar o estado do Amapá no contexto brasileiro e amazônico, manifesta-se no cotidiano certa narrativa "preservacionista" da paisagem, como um discurso regional recorrente nas falas dos distintos atores sociais e políticos. É possível que tal narrativa preservacionista encontre sustentação no fato do Amapá ter significativa parcela de seu território, cerca de 70%, destinada às áreas de preservação ambiental e às populações indígenas que vivem em suas terras homologadas e, consequentemente, preservadas.

Nesse cenário, este artigo, aborda sobre a dinâmica da paisagem para caracterizar as dinâmicas e as transformações que a paisagem vem paulatinamente sofrendo no Amapá, uma vez que se considera esta categoria de análise geográfica como complexa e em processo constante de transformação e dinamicidade. Outrossim, em se tratando

de um estado amazônico, parece também recorrente no discurso regional que o Amapá apresenta paisagens menos impactadas na perspectiva socioambiental em face aos seus vizinhos amazônicos, que sofrem intervenções marcantes e incomensuráveis de projetos de mineração, madeireiros e de expansão agropecuária.

Reiterar esse discurso regional sobre a paisagem aparentemente "preservada" serve, em grande medida, para legitimar as intervenções de distintas ordens, governamentais e de cunho economicista, promovidas direta e indiretamente nas áreas de preservação como se pouco ou quase nenhum impacto ambiental pudesse atingir essa considerável "paisagem preservada". Em perspectiva, as frentes de expansão em consolidação no estado do Amapá, com seus diferentes atores intervenientes, intensificam nas últimas décadas a incorporação de áreas de Floresta e Cerrado, junto ao eixo das Rodovias BR-156 e BR-210, e confrontam com o perfil preservacionista do estado. Ao considerar a situação de conflitos, modificações do uso da terra e cobertura vegetal e intensificação de impactos socioambientais, evidencia-se a importância do estudo sobre a dinâmica da paisagem no estado do Amapá.

A PAISAGEM COMO CATEGORIA DE ANÁLISE GEOGRÁFICA

O Amapá situa-se no extremo norte do Brasil e em termos de integração regional está numa condição periférica aos processos socioeconômicos e seus desdobramentos ambientais e espaciais são invisibilizados na escala nacional, pouco representativos, apesar de apresentarem tendências de desenvolvimento como as demais regiões brasileiras. A análise da categoria paisagem permite compreender quem são os atores presentes nas frentes de expansão e exploração agrícola e ambiental que agem nos processos de transformação e conversão das unidades de paisagem existentes no Amapá.

A categoria paisagem foi escolhida para conduzir teórica e metodologicamente a análise socioambiental sobre a atuação das frentes de exploração e expansão no estado do Amapá. Esta categoria possibilita subsidiar a análise dos processos atuantes na transformação do espaço e nos distintos tempos, a partir da caracterização, da apresentação das dinâmicas existentes e do mapeamento das transformações desenvolvidas nos cenários passados e futuros. Os interesses das sociedades possibilitam quadros de transformação da paisagem para alguns, quadros desanimadores à medida que as terras foram exploradas e exauridas para outros, quadros de desenvolvimento que propiciaram alcance produtivo em muitas esferas, a emergência de cidades e a elaboração de tecnologias nunca antes imaginadas; por fim, são perspectivas distintas (SCHAMA, 1996).

A paisagem foi um conceito central na Geografia clássica até surgir uma renovação disciplinar, representou uma síntese e epifenômeno resultante da relação tempo entre condições naturais e ação do homem organizado em sociedades portadoras de uma historicidade, de uma cultura e de uma evolução histórica. Com a cisão entre geografia física e humana, desapareceu a síntese naturalista e historicista e emergiu os conceitos de espaço e território (DOMINGUES, 2001). Luchiari (2001) afirma que cada época imprime uma concepção social de natureza no imaginário coletivo e, neste contexto, o conceito de paisagem está "[...] longe de ser apenas um modelo abstrato de compreensão

do meio, é também a materialidade por meio da qual a racionalidade humana organiza os homens e a natureza em territórios." (LUCHIARI, 2001, p.12).

O tempo da "construção" das paisagens não se restringe ao tempo do homem, esse tempo da construção e consequente transformação das paisagens tem origens geológicas, climatológicas, geomorfológicas, biológicas e, logicamente, antrópicas. Muitas questões devem ser consideradas no estudo da paisagem. O adensamento humano sobre o ambiente mobiliza os estudiosos a escreverem sobre a paisagem. O pesquisador estuda os biomas e, neste sentido, a paisagem, assim como estuda o processo agrário e de urbanização, com seus distintos impactos, pois a percepção da complexidade da paisagem reside na noção de conjunto, na compreensão sistêmica, numa abordagem holística (SILVA, 1997, p.300).

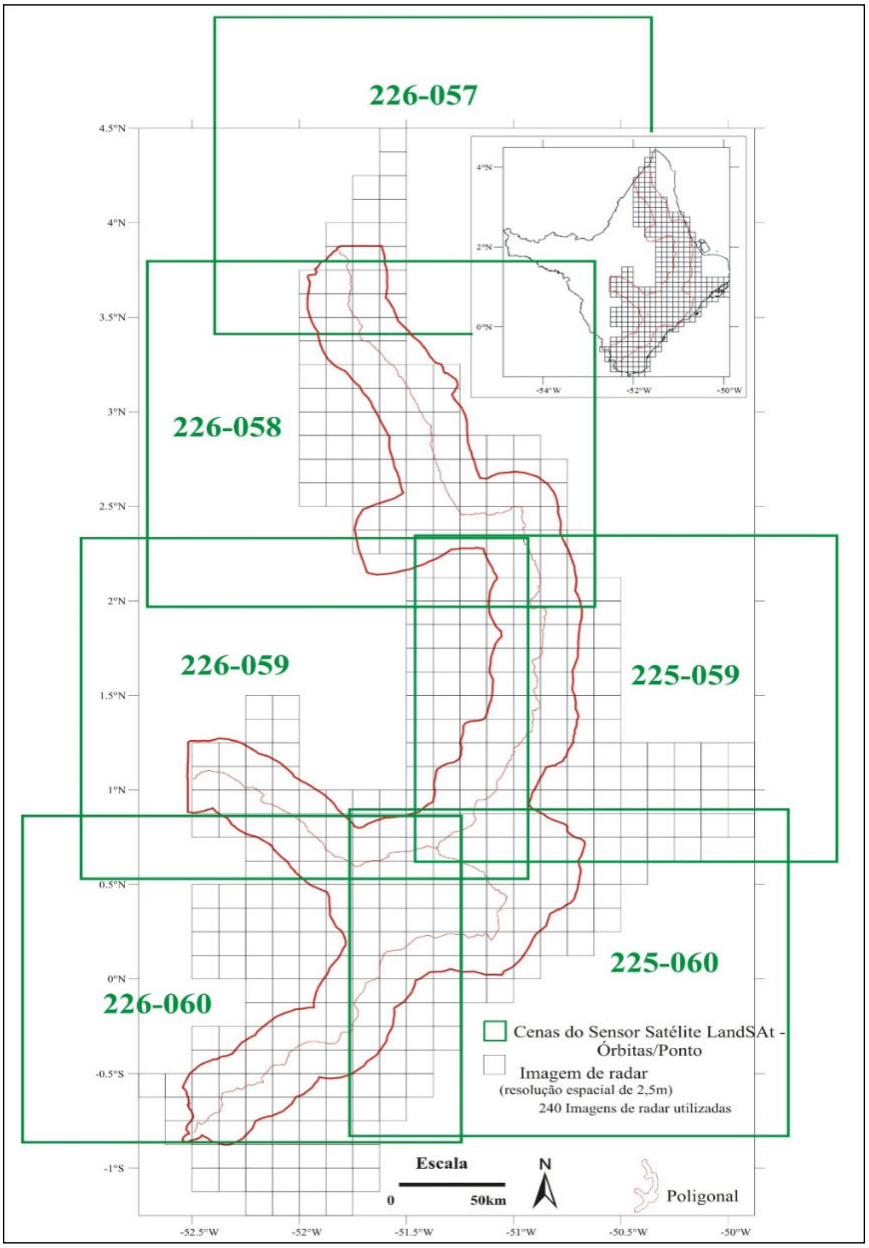
Os autores que discutem a paisagem como categoria de análise geográfica, com definições e concepções científicas distintas, comumente convergem para a compreensão de que esta tem uma base físico-biológica, estando associada tanto aos processos antrópicos como aos processos naturais. A historicidade desta categoria geográfica é diversa e está conectada com o desenvolvimento científico em suas regiões de estudos, como a "escola alemã", a "escola russo-soviética", a "escola anglo-saxônica", a "escola francesa". Distintos autores integram as inúmeras abordagens de estudos da paisagem, quais sejam: Humbold, Passarge e Troll (escola alemã), Milkov, Sochava e Rodriguez (escola russo-soviética), Sauer e Mitchel (escola anglo-saxônica), La Blache, Tricart e Bertand (escola francesa) (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017).

As leituras da paisagem são diversas, como geográfica, ecológica, biológica, físico-química, estética, artística, sentimental, social, cultural e arquitetônica, e muitos pesquisadores concebem que a paisagem precisa ser pensada nos seus aspectos de transformação e não apenas conservação. Se no passado a apreciação da paisagem estava posta num quadro distante e espectatorial, numa perspectiva do primado da visão, ou ainda estritamente associada aos estudos físico-geográficos (biogeografia, geomorfologia, cartografia, etc), atualmente existem outros elementos que estão sendo compreendidos no contexto da transformação do ambiente e sua dialética com os seres vivos (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017). A partir dessa perspectiva de paisagem, abordam-se neste artigo os distintos atores intervenientes das transformações da paisagem amapaense: a frente de exploração madeireira, a frente de exploração dos recursos minerais e, por fim, a expansão agropecuária no Amapá.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a execução da pesquisa utilizou-se da produção e cruzamento de dados quantitativos e qualitativos, gerados por técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, da utilização de dados secundários coletados junto aos diversos órgãos oficiais (IBGE, IEPA, INCRA, INPE, IFE/AP, SEMA/AP, IMAP, entre outros) e dos relatórios técnicos e planos de manejos. Foram produzidos mapeamentos multitemporais do uso da terra e cobertura vegetal, utilizando imagens de satélite e de radar para analisar os padrões e dinâmicas espaciais junto ao eixo de influência, no período entre 1991 e 2015.

Para os procedimentos metodológicos, realizou-se também o levantamento em campo do uso da terra e cobertura vegetal existentes na área de estudo, por meio de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), percorrendo os eixos das Rodovias BR-156 e BR-210. Para o mapeamento multitempoal do uso da terra e cobertura vegetal da poligonal de influência, foram utilizadas imagens de satélite do Sensor Landsat 5 - TM com datas-base dos anos de 1991 e 2002, e imagens de Radar, com resolução espacial de 2,5m com data base do ano de 2015. O recobrimento e classificação das imagens foi realizado através de 6 cenas de satélite Landsat para de cada ano (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1. Cenas do Sensor Landsat e de Radar utilizadas para o recobrimento da área de influência da BR-156 e BR- 210. Datas-base 1991, 2002 e 2015.

As datas-base e as cenas utilizadas foram selecionadas conforme a disponibilidade de imagens no período seco (setembro, outubro e novembro). Uma dificuldade enfrentada foi a disponibilidade de imagens sem nuvens em uma região de clima equatorial úmido, situação esta que consiste em um complicador, devido o número de cenas necessárias para o recobrimento de uma área de quase 4 milhões de hectares. Para a classificação do uso da terra e cobertura vegetal do ano de 2015, utilizou-se 240 cenas de Radar para o recobrimento da área de estudo (Figura 1).

Para a classificação do uso da terra e cobertura vegetal foram definidas 10 classes, adaptadas da classificação do IBGE (2013): a) Água; b) Área Urbana; c) Área de Mineração; d) Área Florestal; e) Campo Alagado; f) Cerrado; g) Agricultura; h) Pastagens; i) Silvicultura; e j) Soja. O método adotado de classificação foi por fotointerpretação, tanto para as imagens de satélite, como para as de Radar. Considerando que, aproximadamente 75% da área mapeada é recoberta por Floresta, as demais classes foram poligonizados manualmente, enquanto o restante da área foi definido com classe Floresta nos três períodos analisados.

As chaves de classificação serviram como base para a realização da classificação visual. Todavia, para definição, precisão e confiabilidade da chave de classificação, foram executados dois trabalhos de campo que percorreram o eixo das BR-156 e BR-210, sendo acompanhados por levantamento fotográfico, coleta de pontos de controle com GPS e de imagens de Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT. Estes levantamentos de campo foram fundamentais para o controle na classificação e identificação e definição das classes de usos. A identificação das classes de uso da terra e cobertura vegetal passou por alguns procedimentos metodológicos básicos de correlação entre diferentes documentos, tais como o confronto entre padrões de imagens, os levantamentos bibliográficos e de campo e os dados estatísticos; todos estes elementos são essenciais para a classificação das tipologias da cobertura e uso da terra e seu mapeamento.

O principal método utilizado nesta pesquisa foi o descritivo analítico, pois as análises foram construídas a partir das quantificações e padrões observados no comportamento das atividades antrópicas, inseridas em grande parte na unidade de paisagem floresta e cerrado amapaense.

A EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO EIXO DE INFLUÊNCIA DAS RODOVIAS BR-156 E BR-210

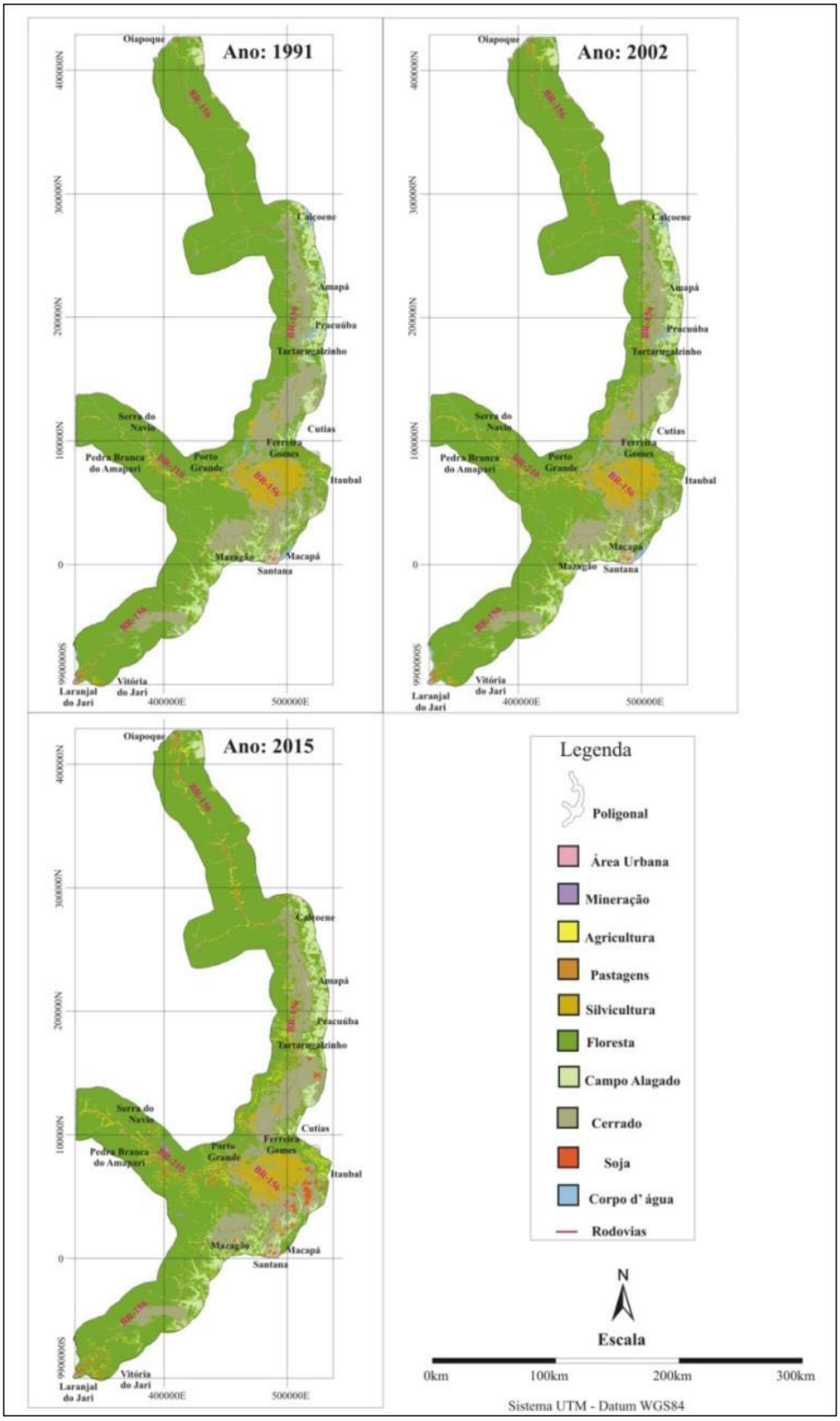
O mapeamento da distribuição espacial dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal é fundamental para compreender a organização espacial, mostrando as áreas e padrões de organização das diferentes classes e formas de uso. Conforme o IBGE (2013), os dados de imagens orbitais são importantes fontes básicas para o mapeamento do tema uso da terra e cobertura vegetal, embora sejam insuficientes para a realidade, requerendo a agregação de dados exógenos de naturezas diversas durante a interpretação dos padrões homogêneos. Em geral, as atividades humanas estão diretamente relacionadas com o tipo de cobertura do solo, seja agrícola, florestal, residencial ou industrial.

Dados obtidos a partir do Sensoriamento Remoto, como imagens de satélite e radar, podem ser correlacionados com o uso da terra e cobertura vegetal. Entretanto, o sensor remoto não registra a atividade diretamente, apenas as características da superfície que retratam as atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura. Então precisam ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno. Na composição das classes de uso da terra e cobertura vegetal na poligonal de influência, as unidades de paisagem Floresta e Cerrado amapaense correspondem aproximadamente a cerca de 90% da área total. Sobre estas unidades de paisagem, entre os anos de 1991 e 2015, ocorreu a maior parte dos processos de conversão de uso antrópico agrícola e não agrícola (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1. Classificação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 1991-2002-2015.

Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal	1991 (Km²)	1991 (%)	2002 (Km²)	2002 (%)	2015 (Km²)	2015 (%)
Água	391,23	1,02	392,91	1,03	401,05	1,05
Áreas Urbanas	6,37	0,02	7,05	0,02	9,39	0,02
Áreas de Mineração	5,35	0,02	3,89	0,01	4,94	0,02
Área de Floresta	29.769,20	78,12	29.610,00	77,70	29.415,99	77,19
Campo Alagado	1.609,26	4,22	1.610,95	4.23	1.608,01	4,22
Cerrado	5.015,34	13,16	4.929,59	12,94	4.688,73	12,30
Agricultura	168,80	0,44	264,95	0,69	358,55	0,94
Pastagens	165,53	0,43	305,50	0,80	488,11	1,28
Silvicultura	977,23	2,57	983,47	2,58	937,36	2,46
Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	196,18	0,52
Total	38.108,31	100,00	38.108,31	100,00	38.108,31	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2. Classificação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – anos de 1991-2002-2015.

A conversão de uso da terra sobre as unidades de paisagem, entre os anos de 1991 e 2015, foi de 719,75 km², representando 1,89% da área total da poligonal de influência e uma taxa de conversão anual de 0,074%. Comparando os anos de 1991 e de 2002, chega-se ao índice de conversão de 246,64 km² na poligonal de influência, o que representa 0,65% do total e atinge uma taxa de conversão anual de 0,058%. Na análise dos anos de 2002 e de 2015, constata-se uma conversão de 481,04 km² na poligonal de influência, representando 1,26% da área com uma conversão anual de 0,088%. Nas datas-base analisadas, os maiores incrementos de área que passaram pelo processo de conversão foram as classes "pastagem" e "agricultura" na unidade de paisagem Floresta e a classe "sojicultora" na unidade de paisagem Cerrado.

O EIXO DE INFLUÊNCIA DAS RODOVIAS BR-156 E BR-210: AS TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL

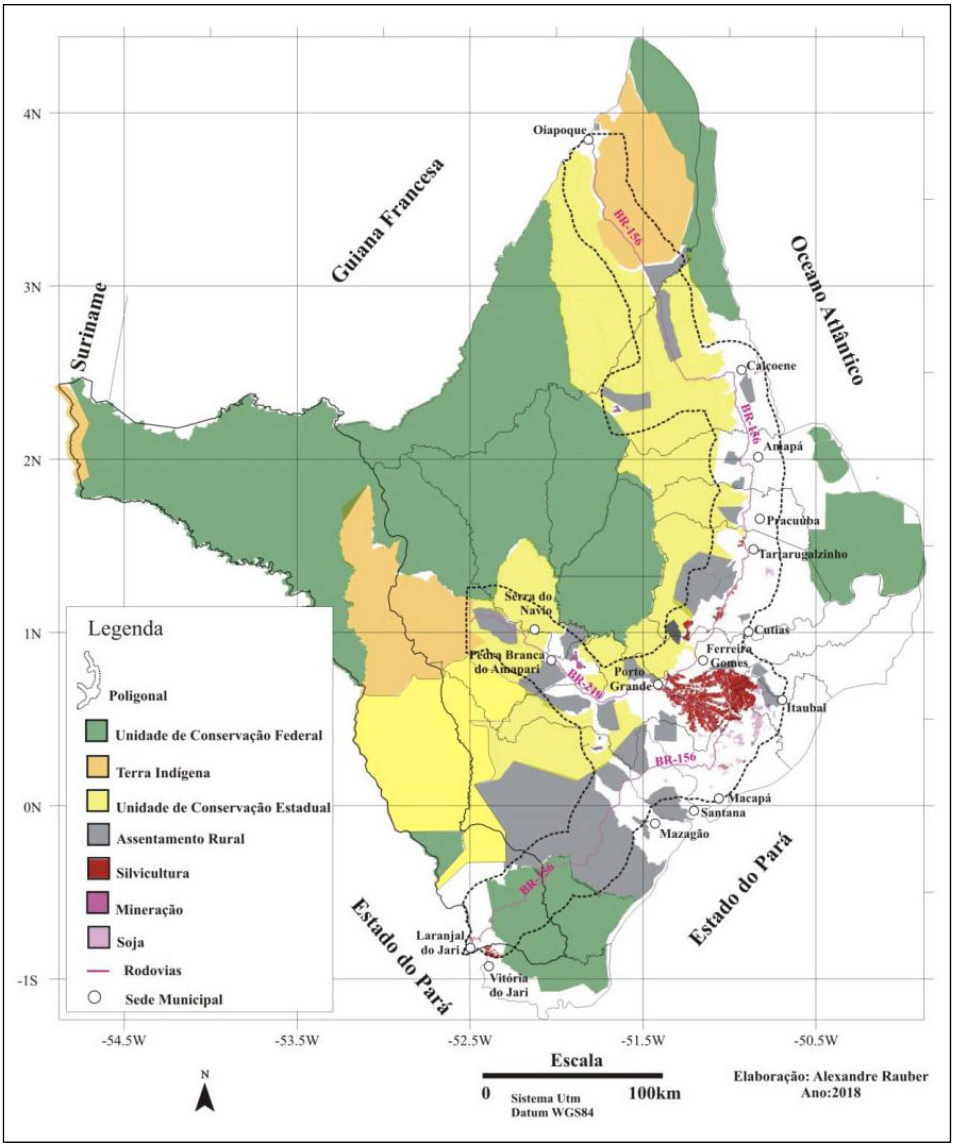
A mudança da configuração espacial do estado do Amapá se constitui progressivamente a partir do surgimento de distintos atores, como assentamentos rurais, terras indígenas, unidades de conservação federal e estadual, mineração, silvicultura e sojicultura. Em 2015 estes ocupavam 11,33 milhões de hectares ou 76,53% da área estadual. Com exceção da sojicultura em 2002, todos os outros atores agiam no estado, constituindo 8,91 milhões de hectares e 60,2% da área estadual. Em 1991 as unidades de conservação estadual e a sojicultura não integravam ainda a configuração espacial do Amapá, restando aos outros atores uma ocupação de 2,60 milhões de hectares ou 18,21% da área estadual (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição dos atores intervenientes no Estado do Amapá – 1991, 2002 e 2015.

Delimitação de uso da terra	Estado do Amapá					
	1991 (ha)	%	2002 (ha)	%	2015 (ha)	%
Assentamento Rural	102.051,28	0,69	1.147.533,89	7,75	1.182.987,45	7,98
Mineração	726,66	0,01	569,00	0,01	587,00	0,01
Terra Indígena	520.434,28	3,64	1.184.400,13	7,99	1.184.400,13	7,99
UC Federal	1.880.779,19	12,69	5.681.086,63	38,35	5.681.086,63	38,35
UC Estadual	0,00	0,00	806.104,00	5,44	3.174.952,42	15,99
Silvicultura	97.723,00	0,66	98.347,00	0,66	93.736,00	0,63
Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	19.618,00	0,13
Total	2.601.714,41	18,21	8.918.040,65	60,20	11.337.367,63	76,53

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Unidades de Conservação Federal, definidas como áreas de preservação integral ou de uso sustentável, representam atualmente 5,68 milhões de hectares ou 38,35% da área estadual, sendo que 75% deste montante integram o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (na unidade de paisagem Floresta) e o Parque Nacional do Cabo Orange (na unidade de paisagem Campo Alagado). As Unidades de Conservação Estadual, compostas pela Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uiratapuru e pela Floresta Estadual do Amapá (ambas inseridas na unidade de paisagem Floresta), são definidas como áreas de preservação de uso sustentável, ocupando nos anos de 2002 e 2015, 5,44% e 15,99% da área estadual, respectivamente. As Terras Indígenas e seus processos de demarcação e homologação efetivados constituem atualmente 7,99% da área estadual e alcançam 1,18 milhões de hectares, das quais aproximadamente 85% estão inseridas na unidade de paisagem Floresta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3. Delimitação da ocupação dos atores intervenientes no Estado do Amapá – 2015.

Os assentamentos rurais que tiveram sua consolidação na década de 1990 estão praticamente todos inseridos na unidade de paisagem Floresta (95%) e abrangem 1,18 milhões de hectares e 7,98% da área estadual. As áreas de silvicultura estão 90% na unidade de paisagem Cerrado amapaense, totalizam 100 mil hectares e correspondem a cerca de 0,60% da área do estado do Amapá sem acréscimo significativo de área nos últimos 30 anos. As áreas de mineração correspondem a 0,01% da área estadual, são caracterizadas pela exploração concentrada e intensiva e estão distribuídas em distritos mineiros principalmente na unidade de paisagem Floresta. As áreas de sojicultura que tiveram as primeiras áreas registradas na unidade de paisagem Cerrado amapaense em 2014 representam 0,13% da área.

A configuração espacial do eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210 é caracterizada pelos mesmos atores presentes no contexto estadual (assentamentos rurais, Terras Indígenas, Unidades de Conservação Federal e Estadual, mineração, silvicultura e sojicultura). Em 1991 e 2002, com exceção da Unidade de Conservação Estadual e da sojicultura, os atores intervenientes ocupavam 16,55% e 35,14% da poligonal, percentagem que aumenta para 57,92% em 2015 (Tabela 3).

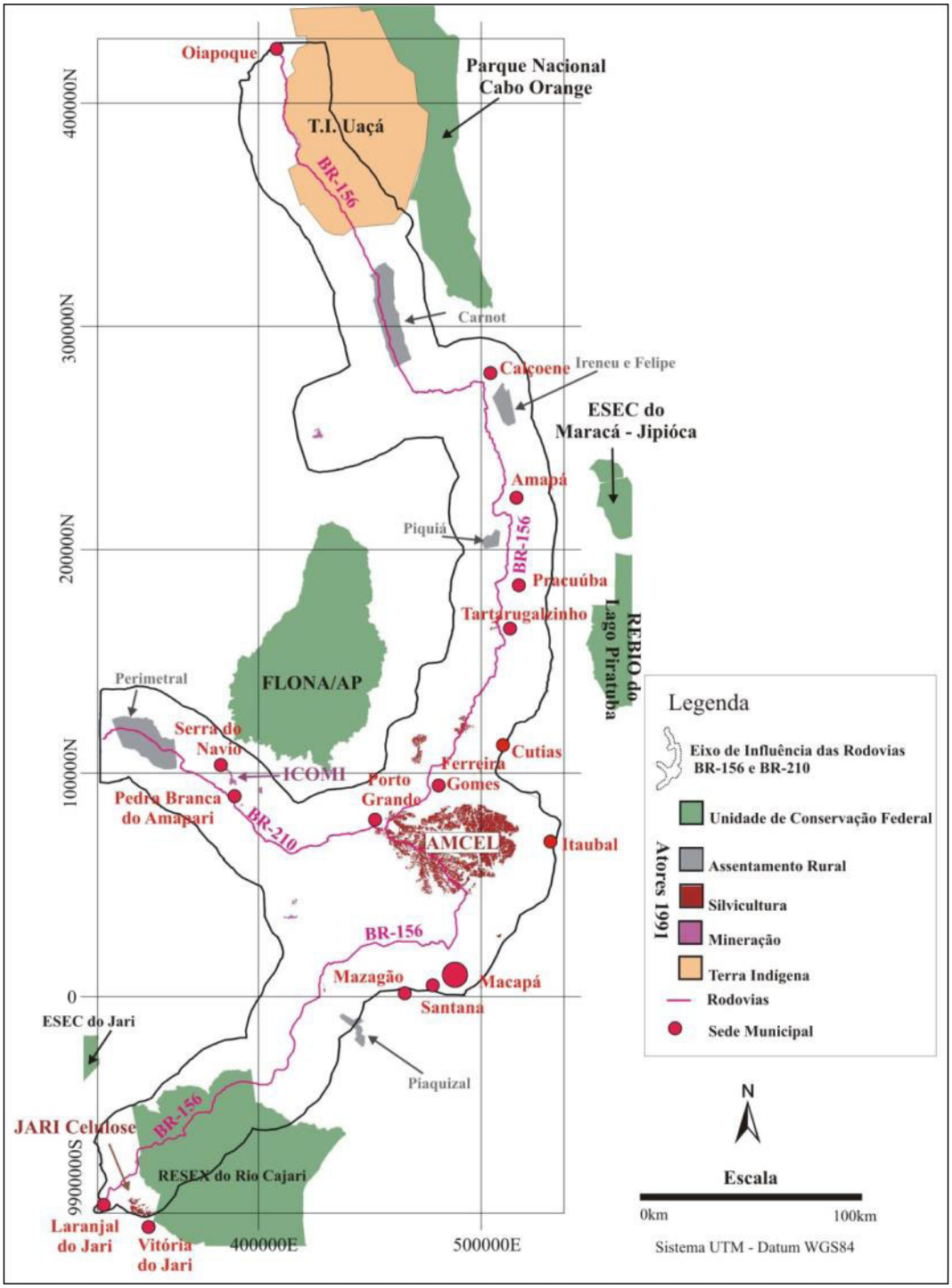
Tabela 3. Distribuição dos atores intervenientes no Eixo de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 - 1991, 2002 e 2015.

Classificação	Eixo de Influência das Rodovias BR-156 e BR-210					
	1991 (ha)	%	2002 (ha)	%	2015 (ha)	%
Assentamento Rural	98.197,50	2,58	719.068,28	18,87	724.457,97	19,01
Mineração	535,00	0,02	389,00	0,01	494,00	0,01
Terra Indígena	219.246,38	5,75	252.639,72	6,63	252.639,72	6,63
UC Federal	214.889,90	5,64	268.545,90	7,05	268.545,90	7,05
UC Estadual	0,00	0,00	0,00	0,00	847.687,67	22,24
Silvicultura	97.723,00	2,56	98.347,00	2,58	93.736,00	2,46
Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	19.618,00	0,51
Total	630.591,78	16,55	1.338.989,90	35,14	2.207.179,26	57,92

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 1991, ano de consolidação da estrutura governamental do estado do Amapá, do montante de 3,81 milhões de hectares que compõem o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210, apenas 630 mil hectares estavam delimitados por usos definidos pelos atores intervenientes, que representam 16,55% da poligonal. A RESEX do Rio Cajari foi criada em 1990 e constitui uma Unidade de Conservação Federal, de seu total 214 mil hectares estão inseridos na área da poligonal. Os assentamentos rurais (Perimetral,

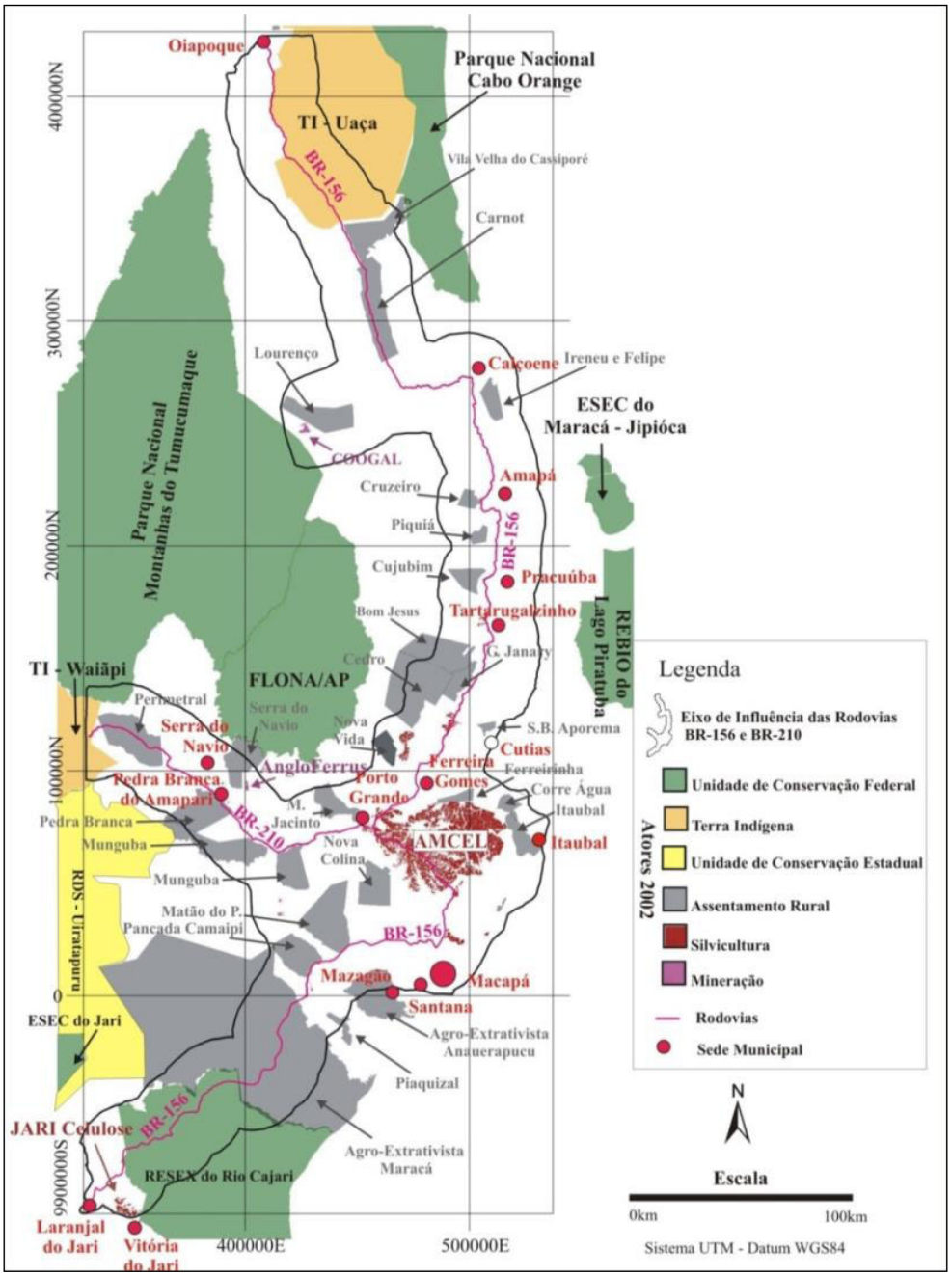
Carnot, Piquiazal, Piquiá e Irineu e Felipe) e as Terras Indígenas (Terra Indígena Uaçá e Terra Indígena Juminã) representam 98 mil e 219 mil hectares da poligonal. As áreas de silvicultura da AMCEL totalizam 97 mil hectares e as áreas de mineração (com destaque para a ICOMI) alcançam parcos 535 hectares (Tabela 3 e Figura 4).



Fonte: Elaborado pelo autor.

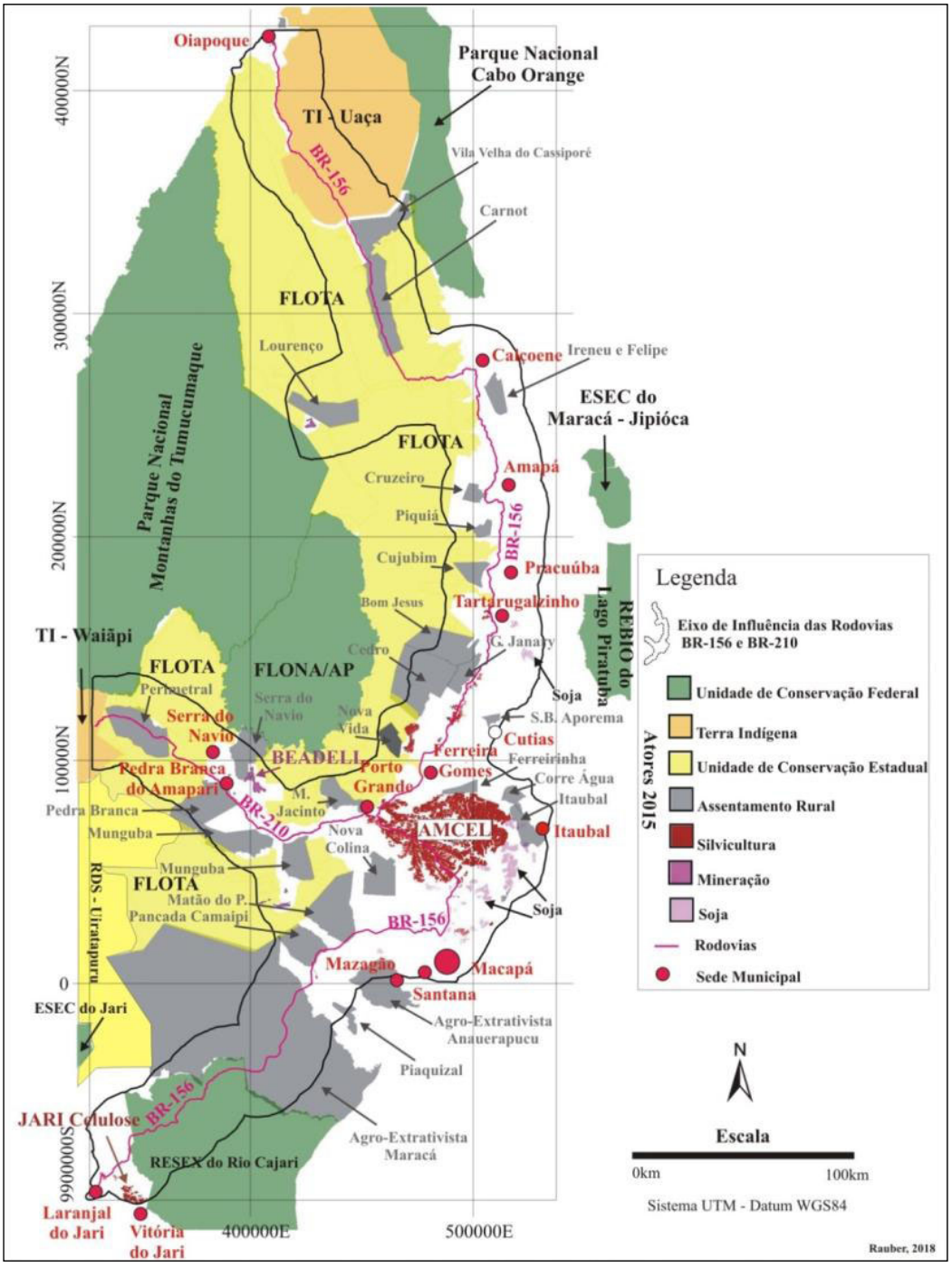
Figura 4. Ocupação dos atores intervenientes na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 1991.

Em 2002, a representatividade de atores intervenientes permanece a mesma, os principais incrementos – abrangendo uma área de 1,33 milhões de hectares ou 35,14% da poligonal –, ocorrem nas áreas de assentamentos rurais, alcançando 719,06 mil hectares ou 18,87% da área total da poligonal, nas áreas de Unidades de Conservação Federal (inserção de porções de área do Parque Nacional das Montanhas do Tumucumaque), alcançando 268,54 mil hectares ou 7,05% da poligonal, e nas áreas de Terras Indígenas (inserção de porções de área da T.I Wajãpi) que estagnaram em 252,63 mil hectares ou 6,63% da poligonal (Tabela 3 e Figura 5).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5. Ocupação dos atores intervenientes na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 2002.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6. Mapa com a ocupação dos atores intervenientes na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 2015.

Para a última data-base, 2015, estão delimitados o montante de 2,20 milhões de hectares ou 57,92% da área total da poligonal. O restante é composto em sua maioria por áreas de Campo Alagado, porções de Cerrado amapaense sem atividade agropecuária e sem silvicultura e por áreas de Floresta com projetos agropecuários e remanescentes de floresta.

Os maiores acréscimos de área em relação ao ano de 2002 foram a inclusão de grandes porções da Floresta Estadual do Amapá (Unidade de Conservação Estadual), com 847 mil hectares ou 22,24% da poligonal, e as áreas de sojicultura, com 19,61 mil hectares ou 0,51% da poligonal (Tabela 3 e Figura 6). Os demais atores, que se apresentaram na configuração espacial de 1991 e 2002, não tiveram incremento significativo de área em 2015.

AS TENDÊNCIAS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA UNIDADE DE PAISAGEM FLORESTA

A unidade de paisagem Floresta representa aproximadamente 80% dos 3,81 milhões de hectares abrangidos pelo eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210. Os principais atores intervenientes na unidade são os assentamentos rurais, as Unidades de Conservação Federal, as Terras Indígenas, a FLOTA/AP com suas concessões florestais e as áreas de mineração. Para o mapeamento das tendências da configuração espacial sobre a unidade de paisagem Floresta, foram elaborados e analisados os mapeamentos multitemporais da cobertura e uso da terra, bem como o processo de criação de novas áreas.

Os assentamentos rurais ocupam 1,18 milhões de hectares da área estadual e 724 mil hectares da área de influência das rodovias BR-156. Em 2015, aproximadamente 90% da área abrangida pelos 27 assentamentos implantados estão na unidade de paisagem Floresta e dentro de suas delimitações encontra-se a maior parte das atividades de agricultura de subsistência verificadas na poligonal. Os assentamentos rurais Governador Janari, Itaubal, Irineu e Felipe, Matão do Piaça e Agroextrativista Maracá apresentam algumas porções pertencentes a unidade de paisagem Cerrado amapaense, os demais assentamentos rurais tem sua totalidade de área na unidade de paisagem Floresta.

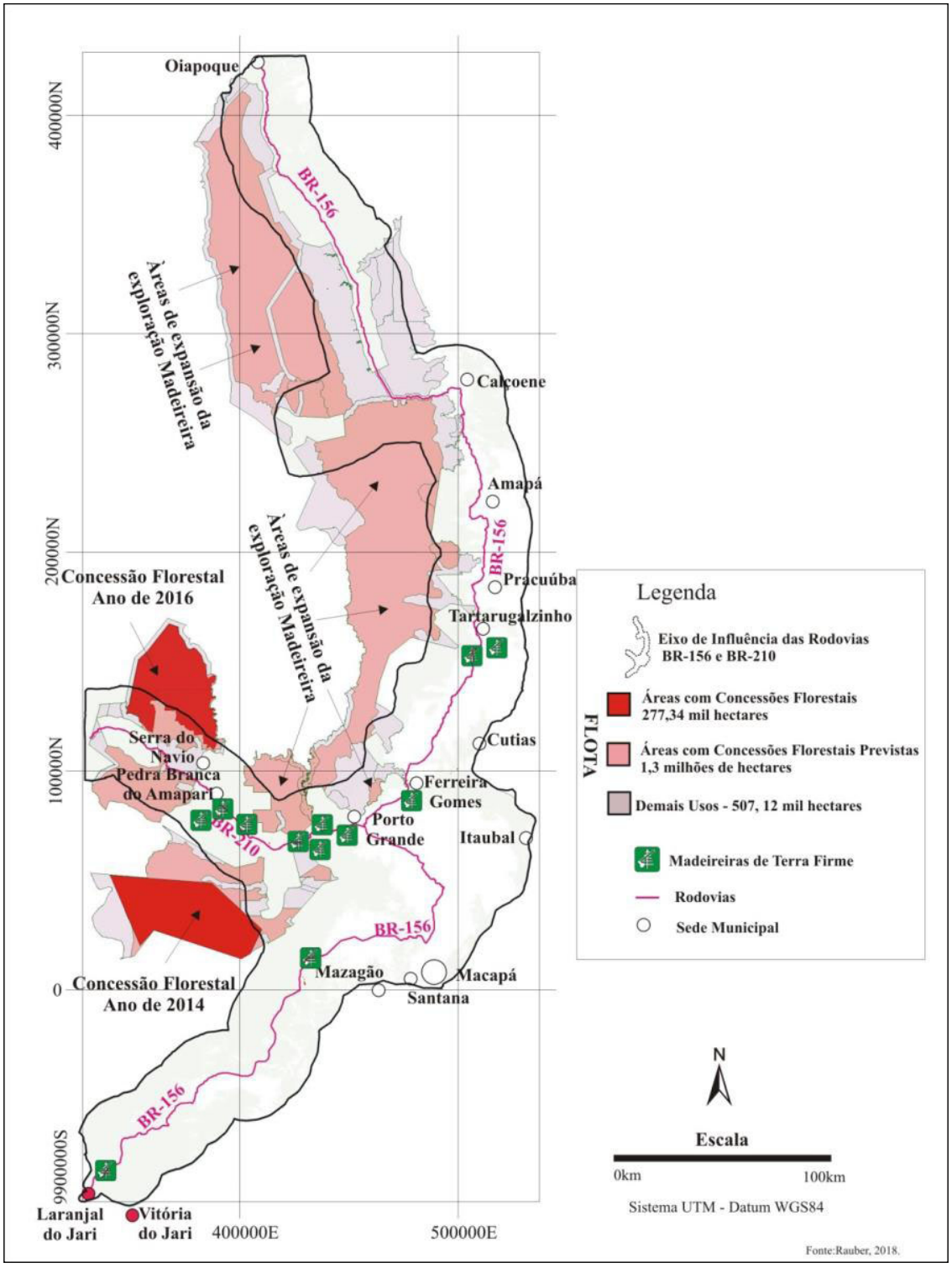
As Unidades de Conservação Federal ocupam aproximadamente 38,35% da área estadual, perfazendo aproximadamente 5,68 milhões de hectares. Na poligonal de influência das rodovias BR-156 e BR-210, as Unidades de Conservação Federal ocupavam uma área de 214,8 mil hectares em 1991, 268,5 mil em 2002 e permanecendo com essa área em 2015, significando 7,05% da área total da poligonal.

As Terras Indígenas ocupam 7,99% da área estadual, perfazendo 1,18 milhões de hectares. Na poligonal de influência das rodovias BR-156 e BR-210, ocupam 252,6 mil hectares, recobrindo 6,63% da área. Na poligonal de influência estão localizadas as seguintes Terras Indígenas: a) Terra Indígena Uaçá e Terra Indígena Juminã: demarcadas e homologadas em 1991, com 518 mil hectares, sendo que o montante de 226,3 mil hectares está na poligonal de influência com predomínio em áreas da unidade de paisagem Floresta, mas também com algumas porções de área na unidade de paisagem Campo Alagado; b) Terra Indígena Wajãpi: demarcada e homologada em 1996, possui 607 mil hectares, com uma pequena parcela de 26,3 mil hectares dentro da área da poligonal, na unidade de paisagem Floresta. A agricultura de subsistência constitui a maior parte da pressão antrópica nas Terras Indígenas inseridas dentro da poligonal de influência, sobretudo com cultivos localizados nas proximidades do eixo da BR-156 e dentro Terra Indígena Uaçá.

A Floresta Estadual do Amapá – FLOTA/AP, é uma Unidade Estadual de Conservação de uso sustentável, destinada, principalmente, para a exploração madeireira, em quase sua totalidade dentro da unidade de paisagem Floresta. A FLOTA/AP ocupa 10,55% da área estadual, perfazendo 2,36 milhões de hectares e, na poligonal de influência, abrange uma área de 847,6 mil hectares ou 22,24% da área total da poligonal.

As atividades agropecuárias identificadas dentro da FLOTA/AP constituem parte significativa da pressão antrópica, sobretudo dentro da poligonal da influência das rodovias BR-156 e BR-210. Dentro da área da FLOTA está em expansão do complexo madeireiro sobre a unidade de paisagem Floresta. Esse processo de exploração é alavancado pela grande quantidade de área disponível com espécies florestais de valor comercial e pela efetivação das primeiras concessões florestais realizadas pelo IEF/AP, que alcançaram 277,34 mil hectares ou 14,93% da área total destinada para a concessão florestal na FLOTA (Figura 7).

O IEF/AP estima que, nos próximos 30 anos, as duas áreas concedidas para a exploração madeireira alcancem, em média, uma produção anual de 165 mil m³ de madeira em toras, com o pagamento anual de 5,2 milhões de reais em *royalites*. Essas concessões que estavam em curso e as novas previstas foram suspensas por ação civil pública movida em 2016 por associações de Pequenos e Médios Agricultores na Justiça Federal do Amapá, bem como representações da Comissão Pastoral da Terra. As denúncias no Ministério Público do Estado do Amapá desencadearam o Termo de Ajustamento de Conduta - TAC n. 056/2017 na Promotoria de Justiça do Meio Ambiente, Conflitos Agrários, Habitação e Urbanismo de Macapá, que trata das obrigações legais do IEF/AP, IMAP/AP e SEMA/AP. Consequentemente, foram suspensas de forma provisória as atividades de exploração florestal, em decorrência da situação de sobreposição e inserção fraudulentas de parcelas particulares em áreas da FLOTA.

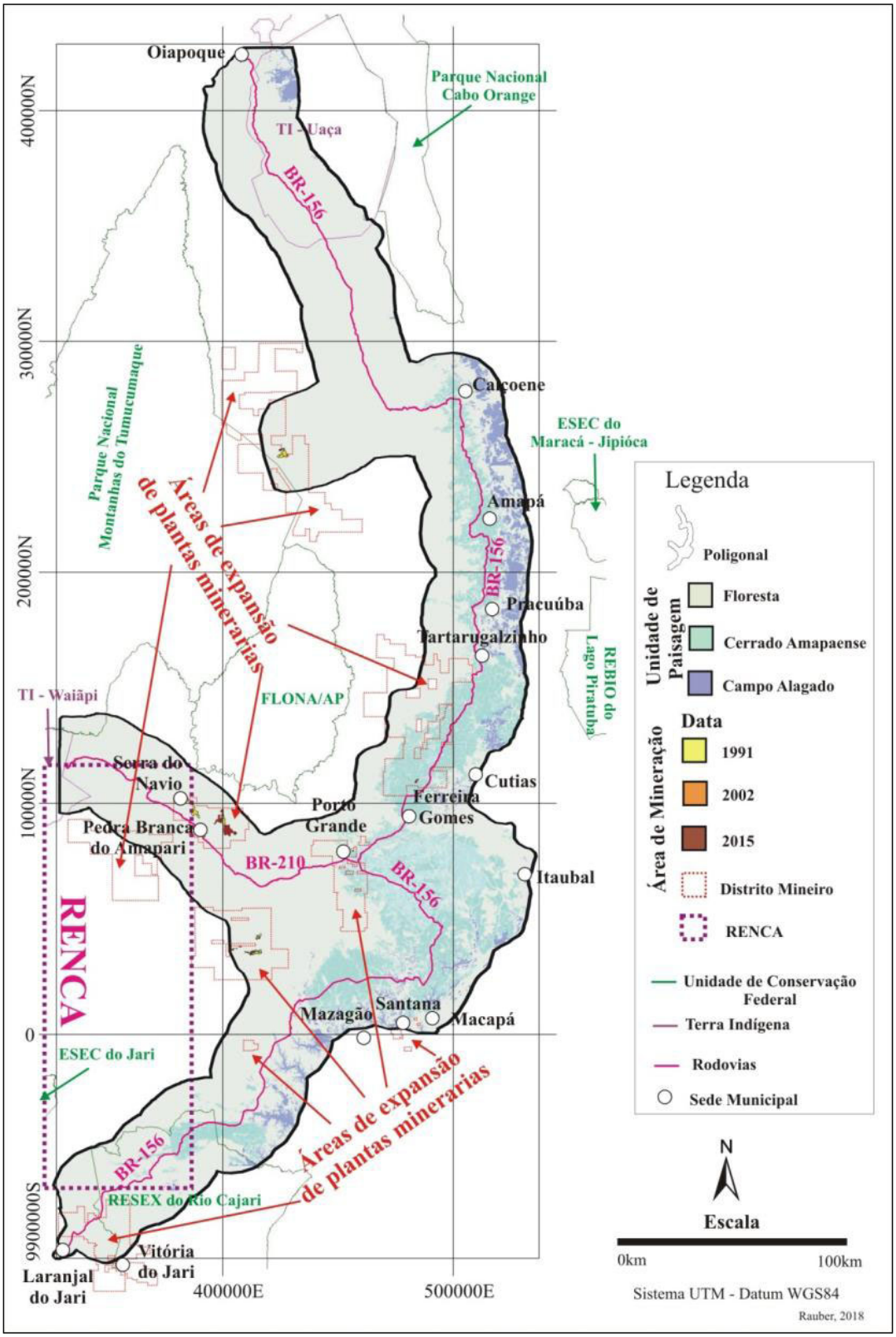


Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7: Concessões e Expansão da Exploração Madeireira na FLOTA/AP – 2018.

As áreas com mineração ocupam apenas 0,01% da área estadual, perfazendo aproximadamente 600 hectares. Em sua maioria, situam-se na poligonal de influência das rodovias BR-156 e BR-210 com 500 hectares, onde recobrem 0,02% da área total desta poligonal. Mais de 90% da área com mineração dos diversos distritos mineiros encontra-se inseridos na unidade de paisagem Floresta e distribuído nas proximidades e "bordas" das Unidades de Conservação e Terras Indígenas. A exploração mineral dos 9 distritos mineiros caracteriza-se por micros ciclos de exploração, relacionados com a quantidade, tipo de reservas minerais e o tempo de implantação e atuação de cada planta industrial. A partir de 1991, seis grandes plantas industriais de mineração de manganês, ouro, cromo e minério de ferro encerraram as atividades de exploração. Atualmente estão em atividade duas grandes plantas industriais de mineração de ouro e caulim.

As tendências e perspectivas na configuração e pressão exercida pela exploração minerária, dentro da poligonal de influência (Figura 8), encontram-se na unidade de paisagem Floresta, com impactos de influência direta em um quantitativo reduzido de área (principalmente gerado pelo expoente de exploração que é o ouro). Indiretamente, podem gerar significativos impactos socioeconômicos e ambientais no seu processo de exploração, sobretudo, no que se refere ao aumento do *loby* para o desbloqueio de concessões e licenciamentos de operação sobre as Unidades de Conservação Integral, as Terras Indígenas e a RENCA.



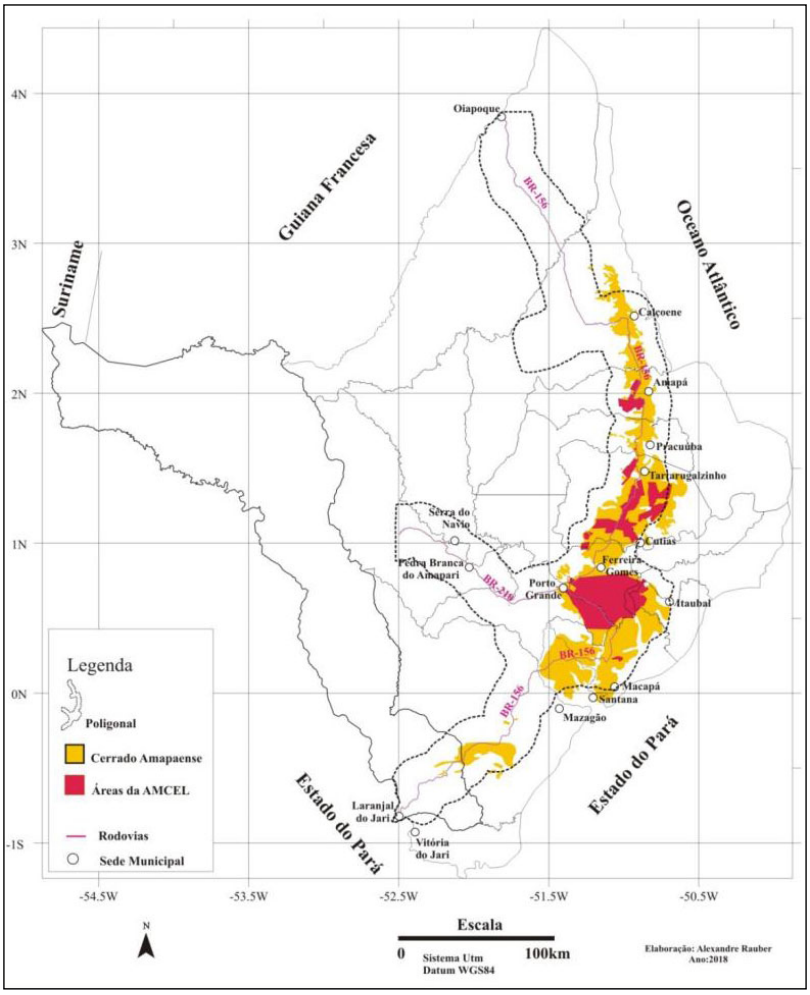
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8. Áreas de Exploração e Expansão Minerária, no Eixo de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 2018.

Os principais atores intervenientes efetivaram a conversão de aproximadamente 2,26% da unidade de paisagem Floresta na poligonal de influência até o ano de 2015. Essa pressão apresentou queda significativa, alavancada pela diminuição da atividade agropecuária e do desmatamento de corte raso. Todavia, constatou-se sensível aumento de florestas degradadas com o corte seletivo de madeira originário do processo de consolidação da frente madeireira que, em grande medida, tende a aumentar a pressão nos locais com maior disponibilidade madeireira, como as áreas de concessões na Floresta Estadual do Amapá e áreas remanescentes de floresta nos Assentamento Rurais.

AS TENDÊNCIAS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NA UNIDADE ESPACIAL NA UNIDADE DE PAISAGEM CERRADO AMAPAENSE

A unidade de paisagem Cerrado amapaense representa 986 mil hectares ou 6,91% da área estadual, sendo que cerca de 270 mil hectares ou 27,38% pertencem a AMCEL (Figura 9). Os atores intervenientes que agem sobre esta unidade de paisagem são constituídos pela silvicultura e sojicultura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

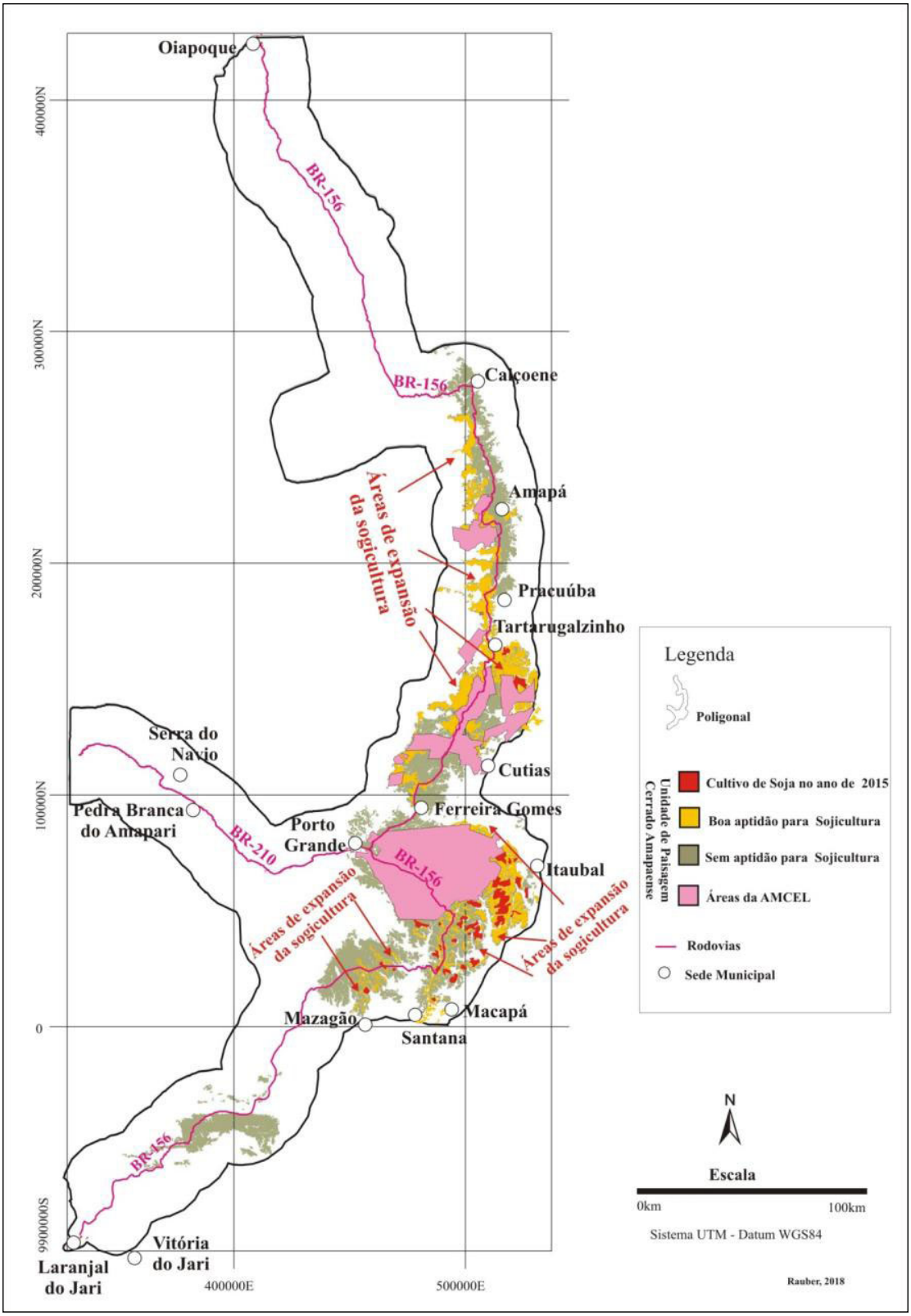
Figura 9. Unidade de Paisagem Cerrado e áreas da AMCEL, no Estado do Amapá.

O contingente de área de Cerrado que não faz parte do complexo de produção de silvicultura é de 717 mil hectares. De acordo com o mapeamento de aptidão agrícola realizado por Venturieri et al. (2017), o quantitativo de 24,12% são áreas de boa aptidão para atividade agrícola mecanizada. Nesse aspecto, as áreas com potencial agrícola cultivadas sem uso intensivo de máquinas agrícolas representam 10,83%, enquanto 8,76% possuem limitações para uso agrícola em virtude do relevo suave ondulado e ondulado, mas que não se constitui em restrição para a utilização na pecuária.

As áreas não recomendadas para a atividade agropecuária, conforme o mapeamento de aptidão, correspondem a 56,29%. Por apresentarem fortes restrições a qualquer tipo de utilização, essas áreas devem ser destinadas preferencialmente à preservação ambiental e/ou conservação. Porém, apesar de mais de 60% da área total do Estado do Amapá ser composta por Unidades de Conservação e Terras Indígenas, não existe nenhuma Unidade de Conservação presente nesta unidade de paisagem.

A sojicultura ocupa cerca de 20 mil hectares de área plantada, o que representa 2,02% da área total da unidade de paisagem Cerrado 11% das terras mapeadas com boa aptidão agrícola com mecanização, exceto as áreas da AMCEL. A maior parte das áreas utilizadas pelo plantio da soja localiza-se nos municípios de Macapá e de Itaubal. No Assentamento Rural de Itaubal, situado no município de Itaubal, verifica-se também e existência de áreas plantadas contudo, as Unidades de Conservação e Terras Indígenas não estão nas proximidades das áreas utilizadas pela agricultura empresarial da soja.

As áreas de cultivo empresarial de soja implantadas ou em fase de implantação na unidade de paisagem Cerrado Amapaense (Figura 10) estão localizadas em três polos: a) Polo Macapá/Itaubal**:** área pioneira do plantio de soja situada principalmente no eixo de acesso do município de Macapá para o município de Itaubal, via estrada AP-070; b) Polo Tartarugalzinho: áreas de Cerrado do município de Tartarugalzinho, junto ao eixo da BR-156, alcançando porções dos municípios de Cutias e de Pracuúba. Os primeiros cultivos tiveram início em 2016; c) Polo Amapá/Calçoene: nos municípios de Calçoene e de Amapá, em áreas de Cerrado e de contato do Cerrado com a Floresta, próximas ao eixo da BR-156, com a previsão de início dos primeiros cultivos a partir de 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10. Áreas Potenciais para a expansão da Sojicultura, na Área de Influência das rodovias BR-156 e BR-210 – 2018.

As tendências e perspetivas da configuração do Cerrado Amapaense e da pressão exercida pela sojicultura indicam a conversão e incorporação rápida de 150 mil hectares do Cerrado, que apresentam áreas de boa aptidão agrícola nos três polos e próximo de áreas pertencentes à AMCEL. Em certa medida, essa frente de expansão abre a possibilidade de incorporação de mais 100 mil hectares pela pecuária que vem no fluxo do sistema de produção da soja. A silvicultura e a sojicultura são os principais atores intervenientes na transformação do Cerrado amapaense. Juntas, efetivaram a conversão de 12% desta unidade de paisagem até o ano de 2015 e tende a aumentar. Das áreas de Cerrado com boa aptidão agrícola, 15% tem potencial para o cultivo empresarial de soja, 10% para a pecuária ou cultivos permanentes, 12% estão de posse da AMCEL – que pode expandir suas áreas silvicultura ainda não utilizadas atualmente nos municípios de Tartarugalzinho e Amapá – enquanto o restante não apresenta aptidão agrícola.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O apontamento central que conduziu essa pesquisa de que a expansão da fronteira agrícola no Amapá ocorre concomitante sobre as unidades de Floresta e Cerrado amapaense, com maior intensidade na Unidade Floresta, permitiu verificar que as frentes de exploração e as frentes de expansão atuam de forma paralela e ao mesmo tempo. Porém, a maior intensidade da atividade antrópica e de conversão de área acontece na unidade de paisagem Cerrado amapaense. Essa unidade apresentou a conversão de 12,05% de sua área total na poligonal ocupada pela silvicultura e sojicultura, enquanto que, na unidade de paisagem Floresta, os atores intervenientes efetivaram apenas a conversão de 2,26%. No Cerrado amapaense – capitaneado pela sojicultura – a pressão antrópica tende a aumentar significativa e progressivamente, incorporando em poucos anos os outros 37% de áreas que apresentam boa ou regular aptidão agrícola.

A sojicultura é um processo de intervenção recente. Apesar do curto período de atuação, tornou-se a principal atividade agrícola em expansão de produção e ocupação de área no Cerrado amapaense. A pressão antrópica que promove a transformação da unidade de paisagem Cerrado é exercida sobretudo pela silvicultura e pela sojicultura. De forma distinta, cada um destes atores intervenientes opera sobre a unidade. A silvicultura, implantada e consolidada desde 1980, representa a principal atividade econômica sobre o Cerrado amapaense; porém, atualmente encontra-se estagnada e pautada na substituição do plantio do pinus pelo eucalipto a partir dos anos 2000.

Os principais atores intervenientes na unidade de paisagem Floresta efetivaram a conversão de 68.754 hectares de floresta na poligonal até o ano de 2015, dados que representam 1,80% dos 3,81 milhões de hectares da poligonal e 2.26% da unidade de paisagem Floresta dentro da poligonal. A pressão antrópica apresentou queda significativa, alavancada pela diminuição das atividades agropecuária e do desmatamento do corte raso. Por outro lado, apresentou sensível aumento no quantitativo de floresta degradada com o corte seletivo de madeira, que serviu de base para a exploração de aproximadamente

800 mil m³ de toras de madeira somente no ano de 2017. Com o crescente processo de consolidação da frente madeireira, tende a aumentar a pressão, sobretudo nos locais com maior disponibilidade madeireira, que são as áreas de concessões na Floresta Estadual do Amapá e nas áreas remanescentes de floresta nos Assentamentos Rurais.

O estado do Amapá apresenta índices consideráveis de áreas preservadas. Entretanto, essas áreas estão sendo gradativamente, convertidas e ao mesmo tempo exploradas pela sojicultura – na unidade de paisagem Cerrado Amapaense – e pelas madeireiras – na unidade de paisagem Floresta. A sojicultura surge recentemente no cenário estadual, associada a silvicultura, como protagonista na transformação da paisagem de 12% da área de Cerrado na poligonal. Cerca de 2,2% da área total da unidade de paisagem Floresta foi convertida em corte raso para a agropecuária, principalmente nos Assentamentos Rurais, Terras Indígenas e Projetos de Pecuária, atores intervenientes que vem perdendo protagonismo nos últimos anos para a crescente degradação florestal exercida pela exploração madeireira.

REFERÊNCIAS

BATISTA, E. M. **O desmatamento em Projetos de Colonização e Reforma Agrária situados no Estado do Amapá.** Natal, INPE: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009. P. 5633-5639.

DOMINGUES, A. A paisagem revisitada. **Finisterra***,* Lisboa, Revista Portuguesa de Geografia, XXXVI, 72, 2001.

DRUMONT, J. A. PEREIRA, M. A. **O Amapá nos tempos do manganês:** Um estudo sobre o desenvolvimento de um estado amazônico – 1943-2000. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

FILOCREÃO, A. S. M. Formação socioeconômica do Estado do Amapá. In: CASTRO, E.; CAMPOS, I. **Formação Socioeconômica da Amazônia**. Belém: NAEA, 2015. p. 97-172.

LUCHIARI, M. T. D. P. A (re)significação da paisagem no período contemporâneo. In: ROSENDAHL, Zeny; CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Paisagem, imaginário e espaço**. Rio de Janeiro Ed.UERJ, 2001.

MAGNANINI, A. As regiões naturais do Amapá. **Revista Brasileira de Geografia**, Julho-Setembro de 1952. P242-304.

MATHEWSON, K.; SEEMANN, J. A geografia histórico-cultural da Escola de Berkeley: um precursor ao surgimento da História Ambiental. **Varia História**, Belo Horizonte, v. 24, n.39, jan./jun. 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contribuição ao Conhecimento das Florestas do Estado do Amapá: Potencial Florestal e Características Fitossociológicas**. Rio de Janeiro, 2004.

IEPA, Instituto de Pesquisas e Estudos Amapaense. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá** – Primeira Aproximação do ZEE. Macapá, 2008.

RADAM BRASIL – **Folha NA/NB.22 Macapá**: geologia, geomorfologia, solos,

vegetação e uso e potencial da terra. DNPM. Rio de Janeiro, 1974.
RAUBER, A. L. **A dinâmica da paisagem no estado do Amapá: análise socioambiental para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás/UFG, 2019.
RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E. V.; CAVALTANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens.** Uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2017. 222p
SCHAMA, Simon. **Paisagem e memória**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
SILVA, F. C. T. História da paisagem. In: CARDOSO, Ciro Flamarion; VAINFAS, Ronaldo (Org.). **Domínios da História.** Ensaios de teoria e metodologia. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
VENTURIERI, A. et al. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Cerrado Amapaense, realizado em escala de reconhecimento de alta intensidade, como subsídio ao MacroZEE**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 48p.
VERÍSSIMO, A.; CAVALCANTE, A.; VIDAL, E. **O setor madeireiro no Amapá:** situação atual e perspectiva para o desenvolvimento sustentável. Macapá: Governo Estadual do Amapá, 1999. 78p.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4008

A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM DOS SOLOS EM AMBIENTE ESCOLAR A PARTIR DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

THE IMPORTANCE OF SOIL'S APPROACH AT SCHOOL ENVIRONMENT SINCE ACTIVES METHODOLOGIES

LA IMPORTANCIA DEL ABORDAJE DE SOLOS EM AMBIENTE ESCOLAR A PARTIR DE METODOLOGÍAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE

Luana Nobrega[1]
Cristiane Cardoso[2]

RESUMO: Existe uma grande dificuldade do professor ao trabalhar o solo no contexto escolar. Dentre as causas, destacamos: o processo formativo, carga horária exaustiva do professor, pouca disponibilidade de material didático, precarização do trabalho docente. A memorização de conceitos e dados não é capaz de gerar aprendizagens significativas para estudantes e de formá-los para a vida. As aulas precisam ser ministradas de uma forma que estimulem a criatividade e a criticidade, que faça o aluno compreender a realidade no qual está inserido. O uso das metodologias ativas pode auxiliar o professor nesse processo, pois essas possuem o potencial de gerar aprendizagens significativas à medida que deslocam os alunos para o centro do seu processo de aprendizado. Diante disso, este artigo tem por objetivo analisar o uso das metodologias ativas de aprendizado como potencializadoras da discussão sobre o ensino dos solos, trazendo propostas que podem auxiliar o professor nas aulas de Geografia.

Palavras-chave: Ensino de solos. Metodologias ativas. Geografia física.

ABSTRACT: There's a great teacher's difficult when works with soils in school contexts. There're some reasons, like: the formative process, the quantity of hours that teachers work for week, few specific available books about the theme and the poor conditions of teacher's work. The memorisation of concepts and datas are not able to generate important

1 Mestre em Geografia. Professora da Rede Estadual de Educação do Rio de Janeiro - SEEDUC - RJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8234-8411. E-mail: luananobregaperesrodrigues@yahoo.com.
2 Doutora em Geografia. Professora do Departamento de Geografia, Instituto Multidisciplinar, UFRRJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7301-357X . E-mail: cristianecardoso1977@yahoo.com.br.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

learnings of students and their lives. The classes taught need to stimulate the creativity, the criticality and linked with the reality that they live. The use of actives methodologies can help the teachers in this process because they have the possibility to generate real learnings. So, the purpose of this paper is to analize the use of this methodologies in soil learnings including to bring suggestions to inspirate teachers at Geography classes.

Keywords: Soils. Actives Methodologies. Physical Geopraphy.

RESUMEN: Existe uma gran dificultad de los maestros al trabajar solos en el contexto escolar. Hay diversas motivaciones, como: el processo formativo, la exhaustiva carga horária del educador, la pequeña disponibilidad de material didáctico y la precarización del trabajo docente. La memorización de conceptos y datos no es capable de generar aprendizajes significativas para estudiantes y formálos para la vida. Las clases necesitam potenciar la criatividad y la criticidad, que haga que ellos comprendan la realidad al suyo alrededor. El uso de las metodologias activas pueden ayudar el maestro en este proceso, porque pueden generar aprendizajes significativas, al deslocarem sus alumnos para el centro de sus próprios procesos de aprendizaje. Por todo eso, el objectivo de este artículo es analizar el uso de las metodologías activas de aprendizaje como potencializadoras de la discusión sobre la enseñanza de los solos, trayendo propuestas que pueden auxiliar el docente en las clases de Geografía.

Palabras clave: Solos. Metodologías activas. Geografia Física.

INTRODUÇÃO

O ensino realizado na maioria das escolas brasileiras precisa passar por grandes reformulações, seja na forma de se ensinar seja na forma/estrutura das próprias escolas e do próprio sistema educacional. A forma de ensinar precisa passar por mudanças, pois o ensino não deve ser centrado na transmissão de conteúdos pelos professores. A simples memorização de conceitos e dados não é capaz de gerar aprendizagens significativas para estudantes e de formá-los para a vida. Assim, percebemos que esse pode ser um dos principais problemas que causa o desinteresse e o afastamento dos alunos das escolas, por todo o país.

Na disciplina Geografia, frequentemente observamos o uso tradicional de seus conteúdos, com ênfase na memorização de conteúdos para uma determinada avaliação. É comum escutarmos que a Geografia é uma disciplina tradicional, seus conteúdos são focados na memorização, são abstratos, sem aplicação para realidade do aluno. Associado a isso, temos também a carga horária pequena dessa disciplina no currículo, a precarização do trabalho docente (carga horária exaustiva, ambiente de trabalho, entre outros) que auxiliam nesse processo.

O ensino da Geografia Física nas escolas é um dos vilões nesse processo. Por muito tempo esse ensino foi associado a uma Geografia tradicional e descritiva, ligada à descrição e caracterização de um território nacional. Muitas vezes os professores têm

grandes dificuldades de abordar esses conteúdos na sala de aula, seja metodologicamente, seja por causa da própria carga horária da disciplina e da necessidade de seleção dos conteúdos a serem ministrados em sala de aula.

Por outro lado, percebemos um grande movimento de re-significar esses conteúdos, de trazer a Geografia Física para o ambiente escolar de uma forma contextualizada e que faça algum sentido para o aluno. Esse movimento vem justamente das grandes mudanças ambientais e suas consequências para a população. Como vivemos momentos de grandes transformações, principalmente as climáticas que estão desencadeando uma série de riscos e desastres para a população, surge a necessidade de se conhecer todo o processo, analisar o ambiente para poder agir sobre ele em caso de algum problema dessa ordem.

Assim, o professor precisa estar preparado para abordar esses temas, preparar aulas que estimulem a criatividade e a criticidade do aluno, que faça ele compreender a realidade no qual está inserido. O uso das metodologias ativas de aprendizagem pode auxiliar o professor nesse processo, especialmente nas salas de aula, mas também em outros espaços de construção do conhecimento.

Acredita-se que a utilização de metodologias ativas de aprendizagem possui o potencial de gerar aprendizagens significativas à medida que deslocam os alunos para o centro de seus processos de aprendizagem. Não é uma metodologia nova, mas que tem sido potencializada nessa nova conjuntura. Embora haja, atualmente, grande visibilidade para a discussão das metodologias ativas no século XXI, as mesmas não surgiram neste século, conforme mencionado anteriormente e como salienta Daros (2018, p. 8), "apesar da contemporaneidade das metodologias ativas como prática pedagógica, suas matrizes conceituais datam do início do século XX."

Sobre as metodologias ativas, Braga (2018, p. X) 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".

Tornar-se protagonista significa que um sujeito passa a assumir a responsabilidade pelo seu processo de ensino-aprendizagem. É fato que, sozinho, o estudante não será capaz de aprender e de desenvolver as competências das quais necessita. A proposta não caminha neste sentido. A ideia é que o aluno estude, faça escolhas, proponha ações – de acordo com seus interesses e aspirações. Sempre orientado por professores e construindo coletivamente o conhecimento com seus colegas e compartilhando com a comunidade escolar.

Diante disso, este artigo traz o resultado de um trabalho que foi realizado em escolas e Universidades sobre o ensino de um dos conteúdos da geografia física que é muito esquecido na sala de aula: o ensino sobre os solos, a partir do uso das metodologias ativas de aprendizagem.

Compreender os solos na escola é de fundamental importância, visto que os solos fazem parte das paisagens da Terra e a sua formação foi e é influenciada por diversos fatores (NOBREGA, 2022, p. 63). Jorge (2021) aponta que solos são misturas complexas de minerais, matéria orgânica, água e ar, e que mudam constantemente – já que não são sistemas fechados. Já Guerra (2014, p. 23) destaca ainda o fato de os solos interagirem com outros elementos da paisagem como sistemas abertos: "Os solos e as paisagens comportam-

se como sistemas abertos, na medida em que ganham e perdem matéria e energia, além das suas fronteiras." Assim, a importância dos solos para as sociedades é ímpar e se relaciona com aspectos sociais, econômicos e físicos, impactando bilhões de pessoas. Além disso, sua degradação causa prejuízos enormes para a população (no cultivo, no assoreamento dos rios, nos processos de erosão como a formação de voçorocas, dentre outros).

Diante disso, como não se trabalhar essa temática nas escolas? O ensino dos solos precisa romper a abordagem tradicional de apenas descrever suas características e discorrer os tipos de solos existentes. É fundamental que os estudantes possam pensar no solo como um sistema vivo e que precisa de condições naturais e de ações de preservação, por parte de diferentes sociedades, para não ser degradado. E compreender que a degradação dos solos impacta as sociedades de diferentes formas: na (in)segurança alimentar, no preço dos alimentos praticado no mercado interno dos países, até na maior incidência de movimentos de massa com vítimas fatais. Este tipo de reflexão crítica e problematizadora pode ser construída a partir de metodologias ativas de aprendizagem, baseadas em atividades práticas de estudos dos solos – seja de suas características físicas ou do perfil de determinado tipo de solo, seja da interação das sociedades com esses sistemas abertos, dinâmicos e fundamentais para nossa existência na Terra (NOBREGA, 2022).

Assim, este artigo tem como objetivo analisar o uso das metodologias ativas de aprendizado como potencializadoras da discussão sobre o ensino dos solos nas escolas, trazendo propostas que podem auxiliar o professor nas aulas de Geografia.

O ENSINO TRADICIONAL X USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA SALA DE AULA

Durante muitos anos o ensino de Geografia foi realizado de forma tradicional. Descrição, localização, detalhamento dos fenômenos era importante para se construir uma "identidade nacional". Cardoso e Silva (2018) nos chamam atenção para o desenvolvimento da Geografia, antes mesmo de sua institucionalização, e a relevância que ela possuía para os Estados-Nação: especialmente por fornecer dados sobre os territórios pertencentes a eles e para que pudessem gerir diferentes dimensões da vida nos mesmos: social, política, territorial, etc. Segundo as autoras "A ciência geográfica é bastante antiga, a princípio não institucionalizada na academia, mas como um 'aparato' fundamental para o governo. Conhecer o território era importante para conquistar e manter o domínio sobre ele" (CARDOSO; SILVA,2018, p. 21).

No entanto, o movimento atual é de uma renovação, uma re-significação dessas práticas. A eficácia da metodologia de ensino tradicional, em termos de resultados, é questionada por vários autores. Freire (2019), Pontuschka (2017), Braga (2018) e Camargo (2018) são exemplos de autores que questionam justamente a eficácia do ensino realizado de forma tradicional. O modelo de ensino praticado na maior parte das instituições escolares do país não é condizente com as demandas inerentes ao século XXI. Braga (2018), citado por Camargo e Daros (2018, p. 9), nos chama a atenção para o seguinte fato:

> (...) as pesquisas da neurociência aplicada à educação vêm demonstrando exaustiva e insistentemente, há mais de duas décadas, que a estrutura neurofisiológica que sustenta a aprendizagem não está sendo corretamente estimulada com as atuais metodologias educacionais.

Como características do ensino tradicional, pode-se ressaltar: a ênfase excessiva para as aulas expositivas (demonstrando a visão de que o professor é o único detentor do saber em sala de aula), o incentivo à repetição - muitas vezes sem reflexão - e a memorização de conteúdos por parte dos estudantes.

O ensino tradicional prevê uma geografia específica para a sala de aula: mesas e cadeiras enfileiradas, uma atrás da outra, dificultando a interação entre os estudantes, e o professor em posição de destaque - na frente e acima de todos - no caso de salas que possuem palanques. O professor, portanto, ocupa a posição de único e exclusivo detentor do conhecimento. Nesta configuração, ele expõe conceitos e conteúdos e não constrói conhecimentos junto com os discentes.

Compreendemos que essa forma tradicional de se ensinar está pautada em alcançar um resultado, que pode ser uma nota e/ou uma aprovação num processo seletivo como o ENEM. Porém, mesmo que esses resultados sejam alcançados e positivos, este tipo de ensino não se traduz num aprendizado de fato - que fará o aluno problematizar a realidade ou que será significativo - de modo a levar este conhecimento para sua vida. É, portanto, um entrave metodológico que precisa ser superado.

Embora as aulas expositivas – e alguns aspectos das metodologias tradicionais - tenham sua importância em determinados momentos da construção das aprendizagens com os alunos, Nobrega (2022) salienta a necessidade da ampla implementação de outras metodologias de aprendizagem - especialmente nas salas de aula - mas também a criação de outros espaços escolares, por exemplo a criação de laboratórios de pesquisa, a realização de trabalhos de campo, entre outros.

Defende-se, portanto, que a simples memorização de conceitos e dados pelos estudantes não é capaz de gerar aprendizagens significativas e nem de formá-los para a vida. É uma mera reprodução que não gera reflexões mais profundas nem proporciona um sentido para os alunos estudarem determinados conteúdos escolares. Não incentiva a criatividade, a produção de conhecimento em ambiente escolar nem a inovação.

Apesar de sua importância, a forma de se ensinar - em sala de aula e em outros ambientes escolares – muitas vezes não é discutida, sendo inclusive desconsiderada nas pesquisas de alguns autores brasileiros, especialistas em educação. Foca-se no que se ensinar (na discussão e crítica sobre os currículos oficiais das disciplinas, e da Geografia) e não no como ensinar.

Defendemos, ainda, que o que ensinar e como ensinar são dimensões de mesma importância para a formação docente e discente, e que pesquisas sobre metodologias de ensino são essenciais para a melhoria da qualidade das aulas no país.

Sendo assim, uma alternativa proposta e já desenvolvida em algumas instituições escolares - no Brasil e no mundo - é a adoção de metodologias ativas de aprendizagem

como metodologia de ensino. O uso das metodologias ativas de aprendizagem não é novidade, é algo que foi muito utilizado no passado e que agora ganha uma nova roupagem, novas dimensões e visibilidade contemporânea. Ensinar, nesta perspectiva, não é meramente transferir conhecimentos, é instigar os alunos a entrarem em contato com eles, mas também produzirem outros conhecimentos a partir de suas perspectivas e de seus olhares (NOBREGA, 2022, p.40).

Na obra "Pedagogia da Autonomia", Paulo Freire (2019, p. 87) já sinalizava a importância da reflexão e da utilização de metodologias diferenciadas no ensino, como se segue:

> não devo pensar apenas sobre os conteúdos programáticos que vêm sendo expostos ou discutidos pelos professores das diferentes disciplinas, mas, ao mesmo tempo, a maneira mais aberta, dialógica, ou mais fechada, autoritária, com que este ou aquele professor ensina.

Braga (2018, p. X) define metodologias ativas como: "(...) 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". Assim, tornar-se protagonista significa que um sujeito passa a assumir a responsabilidade pelo seu processo de ensino-aprendizagem. A ideia é que o aluno estude, faça escolhas e proponha ações de acordo com seus interesses e aspirações, sempre orientado por professores e construindo coletivamente o conhecimento com seus colegas e compartilhando com a comunidade escolar.

Desta forma, um aluno protagonista: estuda, coloca-se nas aulas e compartilha suas análises e questionamentos, por exemplo. Ademais: propõe, cria e traça seu projeto de vida (pessoal e profissional). Este aluno se entende como um ser único, reflexivo e capaz de construir sua própria trajetória. Os professores não perdem sua importância no processo educativo, como muitos temem, mas continuam tendo um papel essencial: mediando e construindo saberes a partir das vivências e das demandas de seus alunos.

Quanto a metodologias ativas existentes e estratégias para impulsioná-las, Moran (2018) destaca que, na educação formal, há muitas combinações possíveis, com variações imensas na aplicação e resultados, que são experimentadas de forma dinâmica e constante, reavaliando-as e reinventando-as de acordo com a conveniência para obter os resultados desejados.

Há ainda uma grande quantidade de técnicas, de estratégias pedagógicas presentes na bibliografia sobre o assunto. Ademais, muitas novas estratégias podem ser criadas a partir da criatividade e da autonomia docente. Moran prossegue nesta constatação, analisando inclusive técnicas individuais e coletivas – cada uma delas pode gerar aprendizagens específicas e desenvolver competências diferentes. Assim, para Moran (2018, p. 12), "a diversidade de técnicas pode ser útil, se bem equilibrada e adaptada entre o individual e o coletivo. Cada abordagem – problemas, projetos, design, jogos, narrativas – possui sua importância, mas não pode ser superestimada como única".

Dentre as metodologias ativas existentes, pode-se destacar a aprendizagem invertida (sala de aula invertida) e a aprendizagem baseada em investigação e problemas. A aula

invertida permite que os alunos se aprofundem em temas antes de terem uma aula formal sobre o mesmo, portanto, possibilita que a aula seja mais dinâmica e produtiva (com exposição de reflexões, questionamentos e dúvidas dos discentes, já que entrarão em contato com o tema antes mesmo da aula formal sobre o mesmo). A aprendizagem baseada em problemas desafia os estudantes a encontrarem soluções para problemas (algumas podem até se demonstrarem inéditas, nunca terem sido aplicadas na realidade). É, portanto, uma grande possibilidade de inovação na sala de aula, um outro olhar para os conteúdos.

METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E O ENSINO DE SOLOS NO CONTEXTO ESCOLAR

A Geografia Física, como foi abordado anteriormente, por muito tempo foi ensinada de forma tradicional. Aprendê-la era sinônimo de memorizar toponímias, dados coletados por pesquisas e informações. Porém, seu ensino não deve, nem precisa ser realizado dessa forma. Para que o aprendizado de fato ocorra, o professor precisa conhecer o assunto, como salienta Freire (2001, p.19)

> Ensinar um certo conteúdo não deve significar, de modo algum, que o ensinante se aventure a ensinar sem competência para fazê-lo. Não o autoriza a ensinar o que não sabe. A responsabilidade ética, política e profissional do ensinante lhe colocam o dever de se preparar, de se capacitar, de se formar antes mesmo de iniciar sua atividade docente. Esta atividade exige que sua preparação, sua capacitação, sua formação se tornem processos permanentes

A formação inicial e continuada do professor é fundamental para esse processo. O professor precisa conhecer para saber ensinar. Defendemos que é necessária cada vez mais uma formação plena, sistêmica, integrada com total domínio dos conteúdos geográficos. Um currículo que possa se comunicar realmente, integrando as diferentes disciplinas da grade universitária e expandindo para vivência do professor. Acreditamos que somente assim poderemos pensar numa mudança que chegue até a escola e que os conteúdos passem a fazer sentidos reais no processo do aprendizado (CARDOSO, 2020).

O ensino sobre os solos, uma das subdivisões da Geografia Física, é uma dessas disciplinas que o professor de Geografia tem mais dificuldade de lecionar. Esse tema quase não entra nos currículos escolares e no próprio processo formativo do professor. Assim, precisamos rever esse processo formativo do professor, analisando os currículos das principais universidades públicas do Estado do Rio de Janeiro (UFRRJ, UFRJ, UERJ, UFF): a carga horária destinada às disciplinas de solos são poucas e/ou inexistentes, seus conteúdos geralmente incorporam apenas as ementas das disciplinas de Geomorfologia e Geologia.

Precisamos rever também a questão curricular nas escolas, salientando a importância dessa temática na sala de aula. Os avanços da preservação dos solos podem e devem ser refletidos nos currículos escolares. A pedologia esteve inserida nos Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCNs), no ciclo básico da educação (Santos e Silva, 2018). Porém, mesmo que previsto durante o exercício dos PCNs, houve desafios para o ensino sobre solos na Educação Básica. Dentre eles, podemos citar o tempo destinado, no currículo, para a abordagem deste conteúdo além do processo formativo do professor, e da necessidade de inovações metodológicas para sua abordagem (NOBREGA, 2022).

A Nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê o desenvolvimento de algumas competências para os alunos, dentre elas destacamos:

> Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica (BNCC/MEC, s/d, p. 570).

Porém, o assunto sobre os solos fica bastante vago, cabendo ao professor estabelecer, se desejar, as interconexões. Em alguns momentos são pontuados caminhos para se trabalhar de forma integrada tanto a Geografia Física quanto a Geografia Humana. A temática dos solos entraria justamente nessa interface, para o entendimento das problemáticas apontadas como importantes para o estabelecimento do aprendizado.

> Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global" (BNCC/MEC, s/d, p. 570).

Os desafios também dialogam com as poucas atividades práticas desenvolvidas nas escolas que permitam uma maior aproximação entre os alunos e as temáticas sobre os solos. Há ainda uma escassez de materiais didáticos específicos para o ensino sobre solos com uma linguagem que alcance, de fato, os estudantes. Aliado a isso, pouco tempo para planejamento (1/3 não cumprido por algumas redes públicas); falta de incentivo à formação continuada do professor que poderia proporcionar esse aprendizado (quase não encontramos cursos nessa área de solos), falta de bibliografia específica com linguagem acessível aos jovens e aos professores sobre o tema.

Além do conhecimento dos conteúdos, é necessário que o professor reavalie suas práticas, e acreditamos que as metodologias ativas de aprendizagem podem ser uma saída interessante, um aporte metodológico que possa ajudar o professor a trabalhar determinados conteúdos na sala de aula. Contemporaneamente, sabe-se que as metodologias ativas podem auxiliar os estudantes a potencializarem suas aprendizagens.

Apesar de todos os desafios elencados e presentes nas escolas brasileiras, surgem iniciativas que visam reverter este quadro. Mesmo sendo o ensino de solos uma dessas

temáticas consideradas difíceis para o professor lecionar, podemos afirmar que pode ele ser potencializado a partir das abordagens ativas, em instituições de todo o país. Existem práticas que estão sendo desenvolvidas e que podem ser adotadas – em escolas públicas e em escolas particulares - e que contribuem para trazer mais sentido ao ensino sobre os solos e estimular o protagonismo dos estudantes, bem como a reflexão e a construção de soluções para os problemas contemporâneos relacionado ao tema – desde aspectos técnicos até da gestão destes recursos naturais (NOBREGA, 2022).

Sabe-se que, a partir dos solos, as sociedades podem produzir matérias primas e alimentos, além de o solo ser a base física para a vida no planeta. Santos e Silva (2018, p. 57) refletem sobre a importância da temática do solo e o motivo para os estudantes estudarem sobre ele. As autoras discorrem sobre esta indagação:

> Se formos pensar no uso agrícola dos solos, já é possível imaginar a importância do tema, pois é no solo que produzimos a maior parte dos nossos alimentos. Sua importância também pode ser medida por meio do tema conservação do solo (...) abordar a conservação do solo permite mostrar que o solo também é um recurso natural não renovável e que a sua degradação pode pôr em risco a produção de alimentos e reduzir a oferta de água.

Guerra e Jorge (2018, p. 126) tecem suas reflexões sobre a importância do ensino sobre solos, articulando-os a outros conceitos presentes nas paisagens e tecendo uma crítica quanto à inserção do tema em projetos, para estudantes de ensino básico:

> Portanto, os solos estão sempre presentes na vida das pessoas, bem como na riqueza da biodiversidade e na geodiversidade de uma determinada região. Apesar da sua importância, os solos são ainda pouco valorizados em projetos de geoeducação, nos quais poderiam ser explorados, de modo que crianças e adolescentes em idade escolar pudessem também se envolver.

O ensino dos solos na escola precisa romper a abordagem tradicional de apenas descrever suas características e discorrer os tipos de solos existentes. É fundamental que os estudantes possam pensar no solo como um sistema vivo e que precisa de condições naturais e de ações de preservação, por parte de diferentes sociedades, para não ser degradado. E compreender que a degradação dos solos impacta as sociedades de diferentes formas: na (in)segurança alimentar, no preço dos alimentos praticado no mercado interno dos países até na maior incidência de movimentos de massa com vítimas fatais (NOBREGA, 2022).

Esse tipo de reflexão crítica e problematizadora pode ser construída a partir de metodologias ativas de aprendizagem, baseadas em atividades práticas de estudos dos solos – seja de suas características físicas ou do perfil de determinado tipo de solo, seja da interação das sociedades com esses sistemas abertos, dinâmicos e fundamentais para nossa existência na Terra (NOBREGA, 2022).

Assim, é possível superar a dicotomia entre Geografia Física e Geografia Humana no ensino sobre solos, refletir sobre os usos destes, visando sua proteção a curto, médio e longo prazos, e a diminuição dos riscos socioambientais aos quais as populações estão submetidas (e, em muitos casos, sem um conhecimento real sobre os riscos que estão permeando suas vivências e seus cotidianos).

O ENSINO DE SOLOS NO CONTEXTO ESCOLAR: POSSIBILIDADES E ATIVIDADES PRÁTICAS

Embora todos estes desafios, citados no subitem anterior, estejam presentes no ensino e permeiem as práticas pedagógicas que se materializam nas escolas, é possível trabalhar a temática dos solos nos ensinos fundamental e médio. Existem inúmeras possibilidades de trabalhar com o ensino dos solos nas escolas rurais e urbanas brasileiras. É possível construir aprendizagens significativas e contextualizadas com os estudantes. Nesta etapa do artigo, abordaremos algumas possibilidades de trabalhos práticos sobre a temática dos solos, fazendo uso das metodologias ativas de aprendizagem. Cabe salientar que não se trata de um manual para ser aplicado em todas as realidades escolares, e sim possibilidades de fazer diferente na sala de aula.

Diante disso, nosso intuito é fomentar um ensino participativo, crítico, que problematize a realidade e que possa ajudar na resolução de problemas – contemporâneos e futuros. As metodologias ativas de aprendizagem constituem um caminho para uma educação mais contextualizada e problematizadora das realidades (NOBREGA, 2022).

Trazemos agora algumas atividades possíveis de serem realizadas na abordagem desse tema. Podemos trabalhar os solos a partir da construção de perfis de solos, de terrários, a partir de trabalhos de campo em pedossítios - ou na realidade na qual os alunos estão inseridos - podemos confeccionar geotintas, entre tantas outras atividades. O importante é que cada uma dessas práticas possa ser trabalhada em parceria com os estudantes, estimular a criatividade, curiosidade e participação deles. Os professores precisam trazer questões, estimular o raciocínio e incentivar o protagonismo dos estudantes em todas as etapas dessas atividades. Assim, eles realmente irão construir novos saberes, poderão se apropriar do conhecimento e multiplicar essas reflexões e soluções em suas comunidades.

Nesse contexto, destacamos o lançamento da Cartilha: "*Solos: Conhecendo sua História", lançada* em 2021 por Jorge. A importância de materiais como esse é fundamental para o preenchimento de lacunas significativas no ensino de solos na educação básica. Nessa cartilha, Jorge (2021) aborda os solos, sua formação e as principais temáticas relativas ao mesmo em linguagem acessível aos jovens, sem comprometer o aprofundamento dos conceitos e das discussões levantadas.

Algumas universidades oferecem cursos de extensão (como formação continuada para professores) e possuem linhas de pesquisa que contemplam a orientação de pesquisas de mestrado e de doutorado sobre o ensino de solos. O Grupo de Pesquisas GEIA - Grupo de Estudos Integrados em Ambiente: Geografia e Ensino da UFRRJ e o Laboratório

LAGESOLOS da UFRJ são exemplos de grupos que estão preocupados em desenvolver trabalhos sobre o ensino de solos e, também, promovem a formação continuada do professor por meio de lives e projetos de extensão.

Outra iniciativa que merece destaque é a fundação de laboratórios de pesquisas por professores na área da Geografia Física, em instituições escolares da Educação Básica. Destacamos a fundação do Laboratório "Antonio José Teixeira Guerra", na Escola Municipal Marília de Dirceu, pela professora de ensino básico e pesquisadora do Lagesolos Luana Rangel, em 2022. Este laboratório foi financiado com apoio da FAPERJ por meio do "Projeto de Incentivo de Meninas e Mulheres na Ciência na Educação Básica".

Deve-se destacar, inclusive, a fundação do Laboratório de Geografia Física GAIA (2021) na Escola Sesc de Ensino Médio por Nobrega (2022). Ambos laboratórios de pesquisa são resultado de trabalhos orientados e desenvolvidos na Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Nobrega (2022) aponta que o Laboratório de Geografia Física GAIA foi concebido e fundado a partir de metodologias ativas de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em problemas, e algumas oficinas foram desenvolvidas a partir do uso das metodologias ativas de aprendizado. O projeto de construção e de utilização de óculos de realidade aumentada é um exemplo de prática do GAIA, desenvolvida no ano de 2021.

O projeto consistiu na discussão sobre a importância e o alcance da realidade aumentada no ensino e na utilização de óculos de realidade aumentada - tanto de óculos profissionais sofisticados, disponíveis no mercado, como de óculos inteiramente construídos à mão: desde sua estrutura (em papelão) até suas lentes (produzidas a partir de garrafas pet). A motivação para a construção artesanal desses óculos era garantir que os mesmos pudessem ser replicados por qualquer professor, em qualquer unidade escolar no país (Figuras 1 e 2).

Em todas as etapas do projeto, os alunos exerceram sua autonomia e tiveram que resolver os problemas que surgiram no decorrer da sua realização. Como resultado, pode-se citar a realização da atividade com alunos pertencentes ao Laboratório GAIA e o depoimento de Leandro dos Santos Bezerra, integrante do Laboratório, citado a seguir:

> Foi uma experiência incrível (...). Enquanto as atividades foram interessantes, elas também ensinaram muito sobre diversos assuntos como óptica, elétrica e magnetismo, também sendo possível a utilização para o ensino e lazer de crianças e adolescentes. Eu considero essencial a utilização de metodologias ativas durante a criação do projeto, afinal, não seria tão inspirador ou divertido caso estivéssemos apenas reproduzindo um conhecimento pré-estabelecido ou expositivo. (...) No todo, o projeto foi maravilhoso, as orientações foram bem dadas e eu realmente me diverti ao correr de um lado para outro resolvendo problemas, de certo modo, eu talvez nunca tivesse me aprofundado em realidade virtual sem esse projeto. (NOBREGA, 2022, p. 90).



Fonte: Nobrega (2022).

Figuras 1 e 2. Prática de Realidade Virtual Aumentada.

A construção de um perfil de solo também é uma atividade que traz resultados fantásticos na contextualização do conteúdo. A reconstituição de perfis de solos permite uma maior aproximação dos estudantes quanto à temática, além de ser uma abordagem didática complementar à apresentação de fotos e de imagens coloridas de perfis de solos brasileiros – presentes nos livros didáticos. É possível reconstruir as camadas de solos por meio de um perfil: desde a rocha que o originou até a superfície do solo. A simples visualização de um perfil de solo (Figuras 3 e 4) já permite que os alunos percebam as especificidades de cada camada do perfil, tanto em relação à porosidade quanto em relação à variabilidade de colorações. Ademais, a confecção de um perfil – pelos próprios alunos – é capaz de aprofundar suas percepções e seus conhecimentos sobre a temática dos solos. A construção de perfis de solos é vista como uma maneira diferenciada de trabalhar a temática dos solos em sala de aula – inclusive para alunos da graduação e das licenciaturas, em universidades. Costa e Lawall (2017) defendem que essa proposta metodológica permite inserir o ensino de solo de maneira lúdica e dinâmica.



Fonte: Cardoso (2022).

Figuras 3 e 4. Maquetes sobre horizontes dos solos e Perfil dos solos.

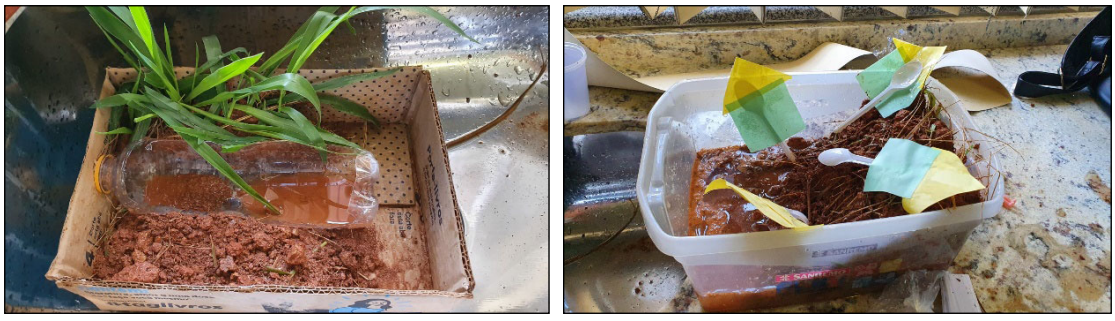
Práticas que estimulam a confecção de geotintas (tintas produzidas a partir de amostras de solos) são disseminadas na literatura e utilizadas em salas de aulas para aproximar alunos desta temática no ensino básico. A biomassa, portanto, pode ser uma alternativa para a produção de tintas menos poluentes, como aponta o referido autor. A utilização de solos para a confecção de tintas pode ser uma outra possibilidade – a utilização de geotintas - com uma ampla variedade de cores de maneira natural, devido à variabilidade de cores de solos e dos perfis no interior de um mesmo solo (Figura 5).



Fonte**:** Oficina sobre Geotintas ministrada pela professora Sarah Lawall, durante o XI CONEPEG, 2022. UFRRJ. Lawall (2022).

Figura 5. Produção de desenhos a partir das geotintas.

As maquetes também são atividades que estimulam muito o desenvolvimento desse tema. As maquetes estimulam a visualização dos fenômenos e processo, sendo possível trabalhar a abordagem dos problemas relacionados com os solos. A integração da geografia física também é possível de ser realizada, trabalhando vários conceitos fundamentais para compreensão da realidade, tais como: chuvas concentradas, processos erosivos, ocupação de encostas, desmatamentos, entre tantos outros (Figuras 6, 7 e 8).



Fonte: Oficina ministrada pela Geia, durante o XI CONEPEG, 2022. UFRRJ. Cardoso, 2002.

Figuras 6 e 7. Modelos de maquetes.



Fonte: Dissertação de mestrado de Pires (2021).

Figura 8. Modelos de maquetes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos uma grande dificuldade do professor ao trabalhar o ensino de Geografia Física, em especial na área de solos. Os solos não são valorizados em projetos de geoeducação, a temática não é muito abordada em sala de aula nem em aulas teóricas, tampouco em aulas práticas. Dentre as causas, pode-se destacar: o processo formativo do professor de Geografia, carga horária exaustiva do professor, pouca disponibilidade de material didático, precarização do trabalho docente.

No entanto, percebemos várias saídas para esse processo. A compreensão do solo é de fundamental importância para se conhecer o lugar no qual se vive. Um ensino contextualizado torna-se importante. Trabalhar os solos a partir das metodologias ativas de aprendizagem pode ser uma saída interessante para o professor.

A ampla difusão de metodologias ativas de aprendizagem necessita de incentivo à formação continuada dos professores que já atuam no mercado de trabalho, além da inclusão da temática nas discussões de disciplinas pedagógicas na formação inicial dos docentes nas suas respectivas graduações.

É necessário, para seu desenvolvimento, uma parceria das escolas com toda comunidade escolar - especialmente alunos e responsáveis pelos mesmos. A mudança deste paradigma precisa do apoio de todos. Os alunos precisam se permitir vivenciar novas formas de aprendizagem em suas escolas e os pais e demais responsáveis precisam apoiar o trabalho dos professores ainda que suas memórias sobre a escola estejam impregnadas de vivências das metodologias tradicionais de ensino (como cópias a partir do quadro e aulas nas quais tinham uma postura passiva e de escuta ao conhecimento do professor).

Sobre atividades práticas para a implementação destas metodologias ativas, há na bibliografia sugestões de estratégias que já foram colocadas em prática por docentes. Por outro lado, a capacidade de criação de novas estratégias é ilimitada e pode ser resultado da especificidade da interação do professor, enquanto mediador do conhecimento, com cada grupo específico de estudantes.

A adoção de metodologias ativas de aprendizagem no planejamento dos discentes não significa a obrigatoriedade de que todas as aulas sejam ministradas, do início ao fim, a partir de metodologias ativas. Pode haver, por exemplo, um arranjo contemplando métodos tradicionais e métodos ativos. A inclusão de uma atividade baseada em metodologia ativa por aula já pode colocar o discente no centro de seu processo de aprendizagem, com maior participação e autonomia para compreender conteúdos, criar novas perguntas e criar novos olhares para investigar problemas já reconhecidos.

O ensino de solos é fundamental nas etapas da educação básica, especialmente no Ensino Médio, quando os estudantes têm maior capacidade de abstração e de articulação de conceitos aprendidos. Metodologias ativas de aprendizagem são capazes de potencializar o ensino sobre solos tanto em aulas teóricas quanto em aulas práticas em Laboratórios nas unidades escolares, gerando reflexões sobre os aspectos físicos dos solos e sobre sua interface com as sociedades.

Sendo assim, a formação dos solos, sua finitude, os processos de degradação e de recuperação dos solos, as formas de ocupação humana: todos esses temas precisam ser estudados e problematizados para que os discentes possam refletir sobre os riscos socioambientais nos quais estão inseridos. Seu estudo de forma ativa permite que os estudantes reconheçam os processos que desencadeiam sua formação e sua evolução ao longo do tempo, bem como as motivações sociopolíticas de algumas de suas dinâmicas.

REFERÊNCIAS

BRAGA, R. Apresentação. In: CAMARGO, F.; DAROS, T. **A Sala de Aula Inovadora**: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**:

primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental: Caracterização da Área de Geografia. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. **BNCC Base Nacional Comum Curricular,** 2020. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em 14 de agosto de 2021.

CAMARGO, F. Por que usar Metodologias Ativas de Aprendizagem?. In: CAMARGO, F.; DAROS, T. **A Sala de Aula Inovadora**: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

CARDOSO, C. e SILVA, M.S. da (Orgs.). **Geografia Física**: Teoria e Prática no Ensino de Geografia. Curitiba: Appris, 2018.

CARDOSO, C. Ensinar climatologia: da formação inicial do professor de Geografia à sala de aula. In: **Anais do IV Colóquio de Pesquisadores em Geografia Física e Ensino de Geografia**. 16 - 19 de Setembro de 2020. UFSJ, São João del Rei, MG.

DAROS, T. Metodologias Ativas: aspectos históricos. In: CAMARGO, F.; DAROS, T. **A Sala de Aula Inovadora**: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 61ª Ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, P. **Professora Sim Tia Não**. 11ª Edição. São Paulo: Olho dágua, 2001. p.19.

GEIA/UFRRJ. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/GEIAUFRRJ>.

GUERRA, Antonio J. T. e, JORGE, M.C.O (Orgs.). **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 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.

LAGESOLOS/UFRRJ. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/lagesolosufrj>.

MORAN, J. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**: Uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

NOBREGA, L. P. R. **Construindo aprendizagens no ensino de solos a partir de metodologias ativas**. Dissertação (Mestrado em Geografia), PPGGEO/UFRRJ. 2022. 102p.

PIRES, J. G. B. **Análise da percepção de risco a incêndio florestal no Maciço Gericinó-Mendanha, Mesquita-RJ**. Dissertação (Mestrado em Geografia), PPGGEO/UFRRJ, 2021. 125p.

PONTUSCHKA, N. N. A Geografia: Pesquisa e Ensino, In: PONTUSCHKA, N. N PAGANELLI, T. I. e CACETE, N. H. **Para Ensinar e Aprender Geografia**. São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, S. V. O. e SILVA, A. S. da. Pedologia e o Ensino de Geografia, In: CARDOSO, C. e SILVA, M. S. da (Orgs.). **A Geografia Física: Teoria e Prática no Ensino de Geografia**. Curitiba: Appris, 2018.

UERJ. **A Universidade**. 2019. Disponível em: <https://www.uerj.br/a-uerj/a-universidade/>. Acesso em: 27 de nov. 2020. UNIVERSIDADE DO ESTADO DO

RIO DE JANEIRO. Ementário. 2020. Disponível em: <http://www.ementario.uerj.br/>. Acesso em: 21/09/ 20.

UFF. **60 Anos UFF**: A universidade é presença marcante no desenvolvimento regional do Estado do RJ. 2020a. Disponível em: <http://www.uff.br/?q=noticias/23-12-2020/60-anos-uff-universidade-e-presenca-marcante-no-desenvolvimento-regional-do>. Acesso em: 20 de dez. 2020.

UFF. **Fluxogramas**. 2020b. Disponível em: <http://geografia.sites.uff.br/index.php/o-curso/fluxogramas/>. Acesso em: 21/08/20.

UFRJ. **Departamento de Geografia UFRJ**. 2020a. Disponível em: <http://www.geografia.ufrj.br/institucional-geografia/departamento/>. Acesso em: 09 de dez 2020.

UFRRJ. **Grade Curricular**. 2020. Disponível em: <http://r1.ufrrj.br/graduacao/arquivos/docs_curso/matriz/SEROPEDICA/32_lic_geografia_matriz_2011.pdf>. Acesso em: 15/02/20.

UFRRJ. **Grade curricular dos Cursos de Geografia**. 2020b. Disponível em: <http://www.geografia.ufrj.br/graduacao/licenciatura/#coord>. Acesso em: 18/10/20.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4009

INVENTÁRIO DA GEODIVERSIDADE NO ALTO CURSO DO IGARAPÉ BRAÇO, NO MUNICÍPIO DE ITAUBAL, ZONA COSTEIRA ESTUARINA DO ESTADO DO AMAPÁ

INVENTORY OF GEODIVERSITY IN THE UPPER COURSE OF IGARAPÉ BRAÇO, IN THE MUNICIPALITY OF ITAUBAL, ESTUARINE COASTAL ZONE OF THE STATE OF AMAPÁ

INVENTARIO DE LA GEODIVERSIDAD EN EL CURSO SUPERIOR DEL ARROYO BRAÇO, EN EL MUNICIPIO DE ITAUBAL, ZONA DEL ESTUARIO COSTERO DEL ESTADO DE AMAPÁ

Danusa da Silveira Machado[1]
Celina Marques do Espírito Santo[2]

RESUMO: A Geodiversidade está relacionada à diversidade do meio abiótico em seus aspectos geológico, geomorfológico, pedológico etc., além dos processos ativos, que originam paisagens dinâmicas. Conhecer estes aspectos pode auxiliar na construção de ferramentas para a geoconservação e para a gestão da Zona Costeira Amazônica. O presente trabalho objetiva caracterizar a geodiversidade do alto curso do Igarapé Braço, localizado no município de Itaubal, Planície Costeira Estuarina do Amapá. Os procedimentos metodológicos adotados foram: I-Aquisição de dados bibliográficos; II-Trabalho de pesquisa em campo; III-Inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico; IV-Elaboração de mapas de localização e de caracterização da área de estudo. Os processos identificados que modificam a paisagem estão relacionados à dinâmica de maré, à erosão, aos ventos alísios, à dinâmica pluviométrica e ao aporte de sedimentos trazidos pelo rio Amazonas. Portanto, conhecer a geodiversidade local pode gerar subsídios para a elaboração de instrumentos de proteção e de geoconservação de ambientes costeiros.

Palavras-chave: Geomorfologia. Geoconservação. Zona Costeira.

ABSTRACT: Geodiversity is related to the diversity of the abiotic environment in its geological, geomorphological, pedological aspects etc., besides the active processes that

1 Mestranda em Geografia - Universidade Federal do Amapá (PPGEO/UNIFAP). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4427-6976. E-mail: danusa.machado.2014@gmail.com.
2 Doutora em Geografia, pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ), e docente do curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP/DFCH). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1413-4910. E-mail: celinamarquesufpa@yahoo.com.br.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

give rise to dynamic landscapes. Knowing these aspects can help in the construction of tools for the geoconservation and management of the Amazon Coastal Zone. The present work aims to characterize the geodiversity of the upper course of the Igarapé Braço, located in the municipality of Itaubal, Estuarine Coastal Plain of Amapá. The methodological procedures adopted were: I-Acquisition of bibliographic data; II-Field research work; III-Inventory of Geomorphological Interest Sites; IV-Elaboration of location and characterization maps of the study area. The identified processes that modify the landscape are related to tidal dynamics, erosion, trade winds, pluviometry dynamics and sediment input brought by the Amazon River. Therefore, knowing the local geodiversity can generate subsidies for the elaboration of an instrument for the protection and geoconservation of coastal environments.

Keywords: Geomorphology. Geoconservation. Coastal Zone.

RESUMEN: La geodiversidad está relacionada con la diversidad del medio abiótico en sus aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, etc., además de los procesos activos que dan lugar a paisajes dinámicos. Conocer estos aspectos puede ayudar en la construcción de herramientas para la geoconservación y gestión de la Zona Costera Amazónica. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la geodiversidad del curso superior del Igarapé Braço, ubicado en la ciudad de Itaubal, estuario costero de Amapá. Los procedimientos metodológicos adoptados fueron: I-Adquisición de datos bibliográficos; II-Trabajo de investigación de campo; III-Inventario de Sitios de Interés Geomorfológico; IV-Elaboración de mapas de ubicación y caracterización del área de estudio. Los procesos identificados que modifican el paisaje están relacionados con la dinámica de las mareas, la erosión, los vientos alisios, la dinámica pluviométrica y el aporte de sedimentos traídos por el río Amazonas. Por lo tanto, conocer la geodiversidad local puede generar subsidios a la elaboración de un instrumento de protección y geoconservación de ambientes costeros.

Palabras clave: Geomorfología. Geoconservación. Zona costera.

INTRODUÇÃO

A integração de informações dos componentes bióticos e abióticos ainda é pouco desenvolvida, tanto no meio científico quanto ao nível de gestão do território (SILVA, 2012). A falta de conhecimento dos aspectos físicos ou abióticos de uma área contribui para que isto aconteça, priorizando os aspectos bióticos.

Portanto, sendo o ambiente físico a base para o desenvolvimento das sociedades humanas e da biodiversidade, fica claro que a geodiversidade deve ocupar um papel mais central nas questões de gestão ambiental (BRILHA *et al*., 2018).

Na tentativa de sanar esta escassez de informação e para integrar informações do meio físico (abiótico) ao conceito de biodiversidade (meio biótico), na década de 1990, começou a ser difundido um conceito inovador, com viés para a Geoconservação (DUFF, 1994).

Esse conceito foi o da "geodiversidade", empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre "Conservação Geológica e Paisagística" (JOÃO; TEIXEIRA, 2016). Na ocasião, definiu-se como um ramo da ciência que estuda o patrimônio natural abiótico, englobando os monumentos geológicos e paleontológicos, os geossítios e as feições pedológicas (ANDRASANU, 2006; DANTAS *et al*., 2015).

Stanley (2001) mostrou uma concepção ainda mais ampla para o conceito de "geodiversidade", em que as paisagens naturais, entendidas como a variedade de ambientes e de processos geológicos/geomorfológicos, estariam relacionadas a seu povo e a sua cultura.

Na visão de Gray (2004), os meios biótico e abiótico fazem parte de um conjunto ambiental maior. O autor destacou que a geodiversidade está ligada às variedades de ambientes geológicos e geomorfológicos e de fenômenos e processos ativos, que dão origem a paisagens, a rochas, a minerais, a fósseis, a solos e a outros depósitos superficiais, que são o suporte para a vida na Terra.

Desta forma, conhecer a geodiversidade de um determinado local nos leva a identificar as aptidões e as restrições de uso do meio físico, bem como os impactos advindos do uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais de uma determinada região, composta por tipos específi cos de rochas, de relevos, de solos e de clima (JOÃO; TEIXEIRA, 2016).

O inventário da geodiversidade é uma das várias etapas sucessivas para a avaliação quantitativa, para a conservação, para a interpretação e para a promoção e para o monitoramento de sítios; é o primeiro e crucial passo para qualquer estratégia de geoconservação (BRILHA, 2005).

Entre os elementos da geodiversidade que podem ser inventariados, há aqueles que, por suas características excepcionais e por constituírem elementos importantes para humanidade, são concebidos como locais de interesse geomorfológico, os geomorfossítios, que, em seu conjunto, concebem o patrimônio geomorfológico (CARVALHO *et al*., 2019). O patrimônio geomorfológico abrange as formas de relevo que apresentam valor científico e comporta paisagens com importantes registros do processo evolutivo da Terra (FIGUEIRÓ *et al*., 2013).

Gray *et al*. (2013) destacam que, apesar de haver um grande corpo de pesquisas sobre geodiversidade e muitos estudos de caso em ciências quaternárias, geomorfológicas e ambientais da Terra, ainda existe uma lacuna importante na aplicação das geociências em uma abordagem ecossistêmica e em políticas ambientais..

Nesse cenário, destacamos a geodiversidade em ambientes costeiros, que se constituem como áreas frágeis e de intensa dinâmica ambiental, visto que estão em situações de transição entre o continente e o mar. Tanto quanto a biodiversidade costeira, a geodiversidade destes locais também exigem atenção, no que se refere a medidas de gestão e de conservação, visto que a compreensão das formas de relevo é importante para o planejamento e o ordenamento territoriais, bem como para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014; ESPIRITO SANTO *et al*., 2017; RABELO, 2018).

Uma forma de promover a conservação deste patrimônio é a prática do geoturismo, que se define como uma atividade econômica de cunho interpretativo, que permite aos turistas adquirirem conhecimento e entendimento sobre o funcionamento do meio abiótico (FREIRE *et al*., 2018).

Essas estratégias, aplicadas no uso e na sensibilização da comunidade, juntamente com a possibilidade de apoio das governanças municipal e estadual, contribuem para a valorização dos setores produtivos e para a capacitação da população local, quanto ao uso sustentável do patrimônio (ANDRADE *et al*., 2021).

No Amapá, os estudos relacionados ao levantamento da geodiversidade têm avançado lentamente nos últimos anos, e ainda há um longo caminho a percorrer. Mas, para basear o presente trabalho, foram utilizados alguns artigos, como João e Teixeira (2016), que efetuou o levantamento da geodiversidade do estado do Amapá; Palhares e Guerra (2016), Corrêa (2021), Corrêa *et al*. (2021), Corrêa e Palhares (2021) e Corrêa, Guerra e Espírito Santo (2022), que fizeram estudos voltados à geodiversidade no município de Oiapoque; Espírito Santo (2017, 2018a, 2018b, 2021a e 2021b), com levantamentos da geodiversidade no município de Ferreira Gomes; e Lima, Lima e Avelar (2021), que pesquisaram propostas de geoturismo em Macapá e em Santana.

Partindo deste ponto, por ser um conceito novo em seu desenvolvimento teórico-metodológico, é importante contribuir com o levantamento de geodiversidade em regiões quaternárias da Amazônia, dada a dinâmica desta região, principalmente em sua Planície Costeira. Dessa forma, o presente trabalho objetiva fazer uma caracterização da geodiversidade, para indicar seu potencial geoturístico, a partir dos aspectos do patrimônio geomorfológico do alto curso do Igarapé Braço, e afluentes, localizado na Planície Fluviolacustre da Zona Costeira Estuarina do Município de Itaubal (AP).

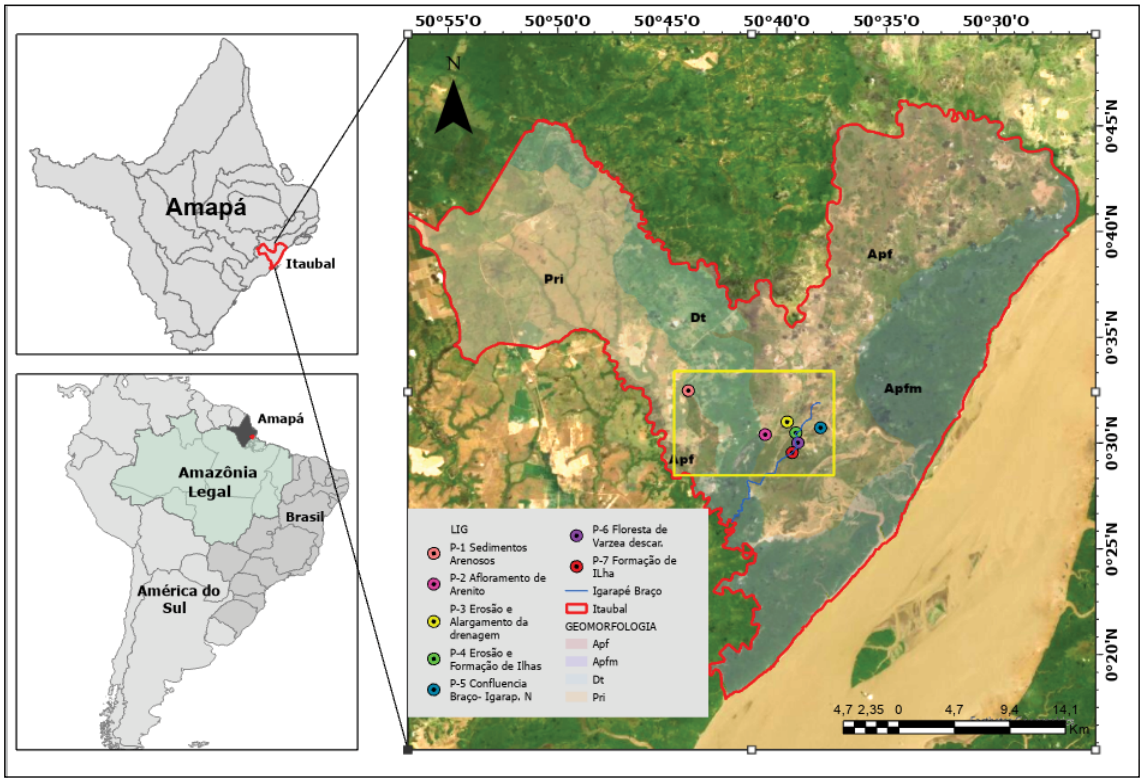
METODOLOGIA

Localização da Área de Estudo

A área de estudo é denominada Igarapé Braço, o qual se localiza no município de Itaubal do Piririm, que pertence à Zona Costeira Estuarina do estado do Amapá. Especificamente, o referido igarapé está à margem esquerda do rio Macacoari, em seu alto curso, o qual se trata de um dos rios tributários do Amazonas.

O acesso à área pode ser feito por via terrestre, a partir da comunidade do Carmo do Macacoari, situada a 110 km da capital do estado, Macapá, através das rodovias AP-070 e AP-340, e, depois, pelos ramais do Carmo e da Acapurana; ou por via fluvial, com saída da comunidade do Carmo do Macacoari, via rio Macacoari, até a confluência com o Igarapé Braço.

Na área de estudo, identificou-se sete Locais de Interesse Geomorfológico (LIG) de geodiversidade e de potencial geoturístico, são eles: Ponto 1- Sedimentos arenosos; Ponto 2- Afloramento de arenito; Ponto 3- Erosão e alargamento da drenagem; Ponto 4- Erosão e formação de ilhas; Ponto 5- Confluência Braço-Igarapé Novo; Ponto 6- Floresta de várzea descaracterizada; e Ponto 7 - Formação de ilha (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022), com base em IEPA, em SEMA e em IBGE.

Figura 1. Localização dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIG).

Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração deste trabalho constaram de quatro etapas:

I. Aquisição e revisão de dados bibliográficos, feita através de buscas em bases, como: Periódicos CAPES, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e banco de dados da plataforma *ResearchGate.* A revisão permitiu o levantamento de trabalhos realizados em regiões costeiras tropicais, na planície costeira amapaense, e de tópicos de geodiversidade costeira, capazes de contribuir para a elucidação da problemática, além de metodologias de avaliação da geodiversidade já estabelecidas, como Pereira (2006), Brilha (2015) e Espírito Santo (2018).

II. Trabalho de pesquisa em campo, que foi realizado em março de 2020, com deslocamento ao município de Itaubal e até a área de estudo, e teve o intuito de: selecionar, caracterizar e inventariar os Locais de Interesse geomorfológico; observar os processos costeiros atuantes; coletar pontos com GPS e realizar registros fotográficos. Também foi possível validar as informações geomorfológicas levantadas na fase anterior e promover sua análise integrada com a geologia, com os solos e com a vegetação.

III. Inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIG), que, de acordo com as metodologias de Pereira (2006) e de Pereira *et al*. (2007), baseiam-se em duas etapas,

as quais são descritas no Quadro 1. No presente trabalho, utilizou-se somente a primeira etapa, a de Inventariação onde os aspectos de geodiversidade considerados relevantes foram as feições e os processos geomorfológicos.

Quadro 1. Etapas e subetapas propostas por Pereira (2006) na inventariação e na quantificação do património geomorfológico.

ETAPAS	
Inventariação	Quantificação
Subetapas	
i) identificação dos potenciais Locais de Interesse Geomorfológico ii) avaliação qualitativa iii) seleção dos Locais de Interesse Geomorfológico iv) caracterização dos Locais de Interesse Geomorfológico	v) avaliação numérica vi) seriação

Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Pereira (2006) e em Pereira *et al*. (2007).

Os locais identificados foram listados, cartografados e georreferenciados, atribuindo-lhes um código de identificação, Essa Inventariação foi feita, com base numa ficha de avaliação de cada um dos locais (Quadro 2).

Quadro 2. Formulário de caracterização e de inventariação dos Locais de Interesse Geomorfológico.

LOCAIS DE INTERESSE GEOMORFOLÓGICO	
CARACTERIZAÇÃO DA INVENTARIAÇÃO	Localização geográfica (UTM)
	Tipo de local
	Proprietário
	Proteção jurídica
	Acessibilidade
	Fragilidade e vulnerabilidade
	Estado de conservação
	Unidade Geomorfológica
	Unidades geológicas
	Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Pereira (2006) e em Pereira *et al*. (2007).

IV. Em seguida, elaboraram-se os mapas de localização da área de estudo, bem como de caracterização fisiográfica dos pontos de relevante interesse geomorfológico, levantados segundo dados do Gerenciamento Costeiro (GERCO) (2004), disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Cientificas e Tecnológicas do Amapá (IEPA). Foram selecionados sete pontos, levando em consideração os indicadores citados acima. Os mapas foram confeccionados no software *ArcGIS* 10.5, com dados vetoriais disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

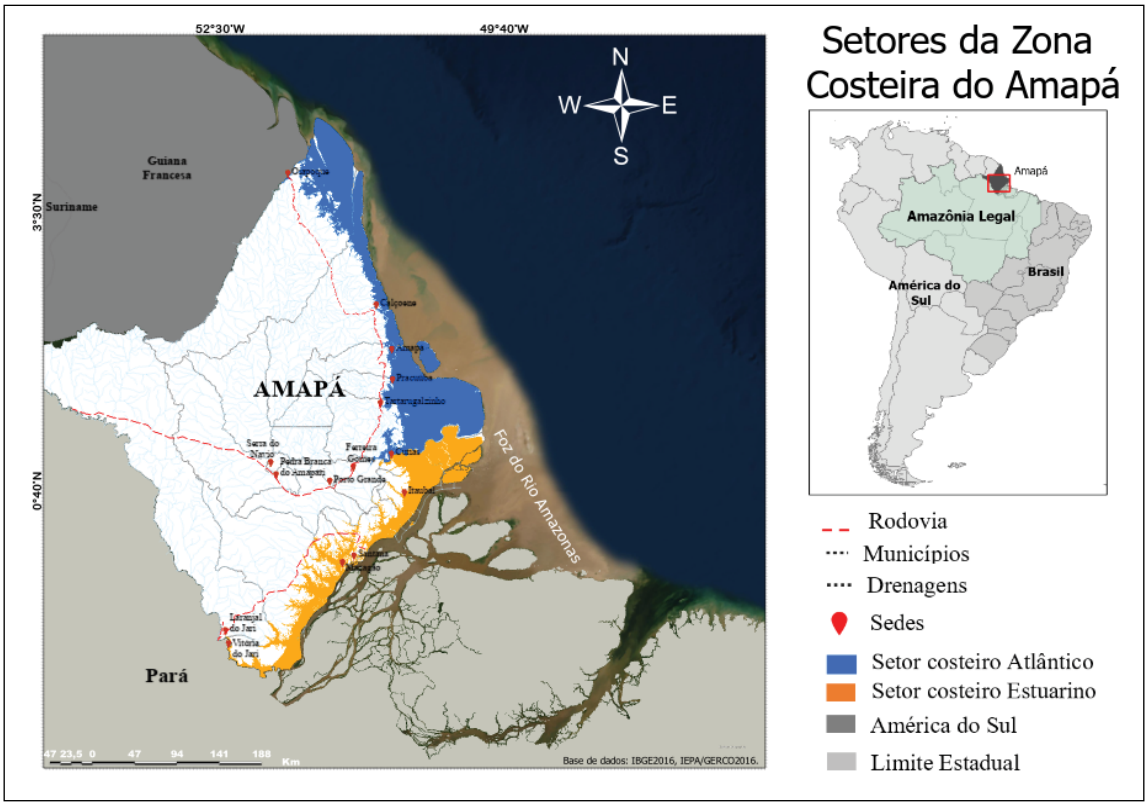
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento da Fisiografia no Alto Curso do Igarapé Braço

A área de estudo se localiza na Zona Costeira Amazônica Brasileira (ZCAB), que se encontra na faixa norte tropical da Zona Costeira Brasileira, possui grandes extensão territorial e complexidade (FREITAS, 2008) e é considerada patrimônio nacional pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). Seu espaço abrange os estados do Amapá, do Pará e do Maranhão e tem o rio Amazonas como principal contribuinte de água doce e de sedimentos, o que torna este um ambiente costeiro único, constituído por um complexo deltaico-estuarino, caracterizado pelo equilíbrio entre um vale afogado, durante o Quaternário, e uma enorme descarga de sedimentos (Figura 2) (SILVEIRA,1998; PEREIRA, 2007; PEREIRA *et al*., 2009).

No Amapá, a planície costeira possui uma extensão de cerca de 750 km entre as desembocaduras dos rios Oiapoque e Jarí, no extremo norte do Brasil (TORRES; EL-ROBRINI, 2006), e abriga uma diversidade de ambientes representada principalmente por manguezais e por florestas de várzea, associadas aos diques marginais dos principais rios que drenam a região e os campos inundáveis, associados as suas planícies de inundação.

Divide-se em dois setores: I- Setor costeiro estuarino; e II- Setor costeiro atlântico, e possui uma cobertura sedimentar cenozoica de largura variável, constituída por sedimentos do Terciário e por sedimentos fluviais e marinhos do Quaternário (BOAVENTURA; NARITA, 1974; SANTOS *et al*., 2004).

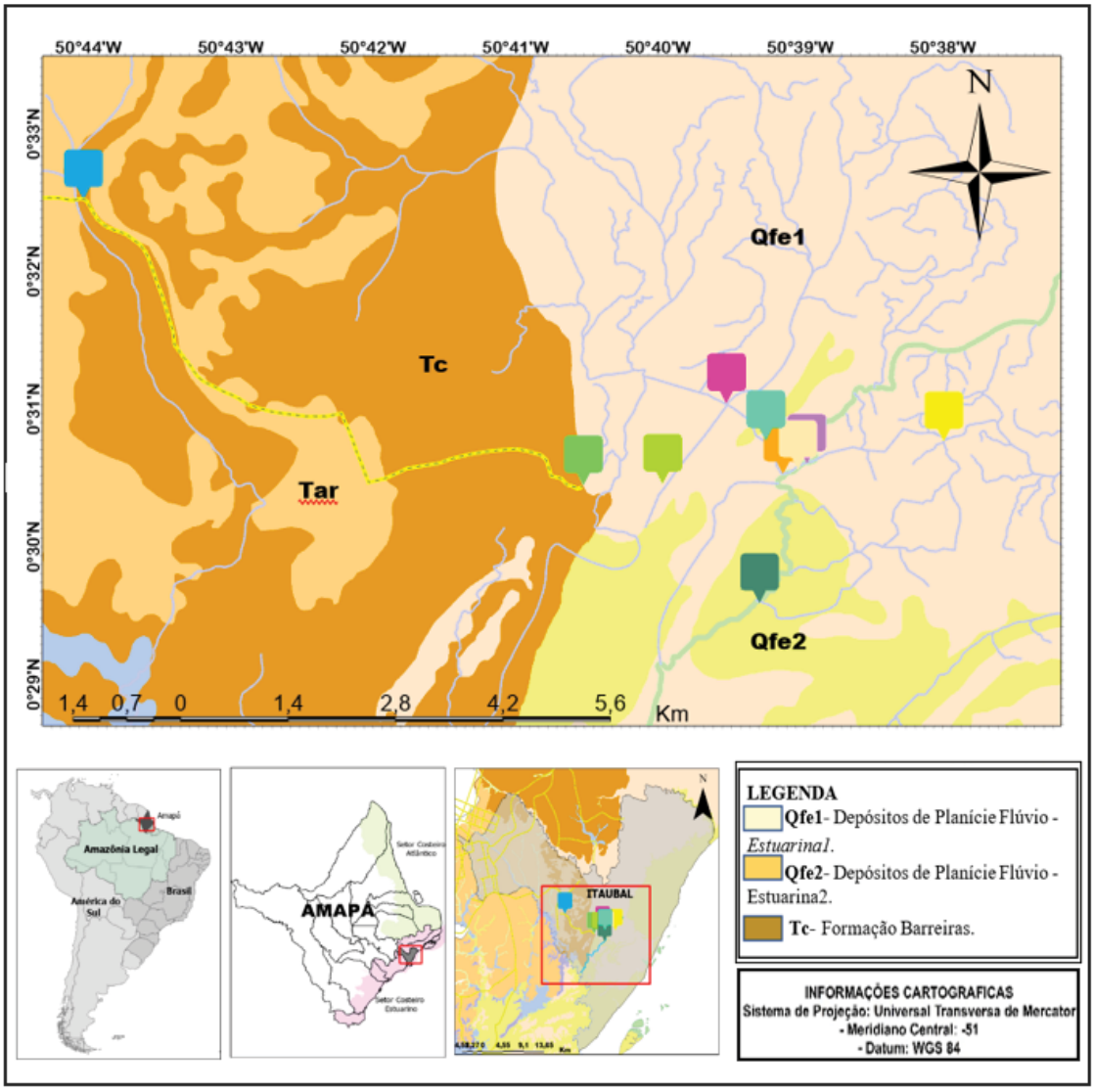


Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em IBGE (2016) e em IEPA (2016).

Figura 2. Setorização da zona costeira do Amapá.

Melo, Cavalcanti e Souza (2009) destacaram a localização do estado do Amapá, situado na região tropical, em torno da Linha do Equador, recebendo muita energia solar durante todo o ano, o que caracteriza o estado com um clima quente e úmido, sujeito a grandes variações sazonais no regime de precipitação, devido à migração anual da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

No aspecto geológico, Santos *et al*. (2004) classificou três unidades geológicas predominante na área de estudo: terrenos terciários, com formação de barreiras (Tc); de Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1); e de Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2) (Figura 3).

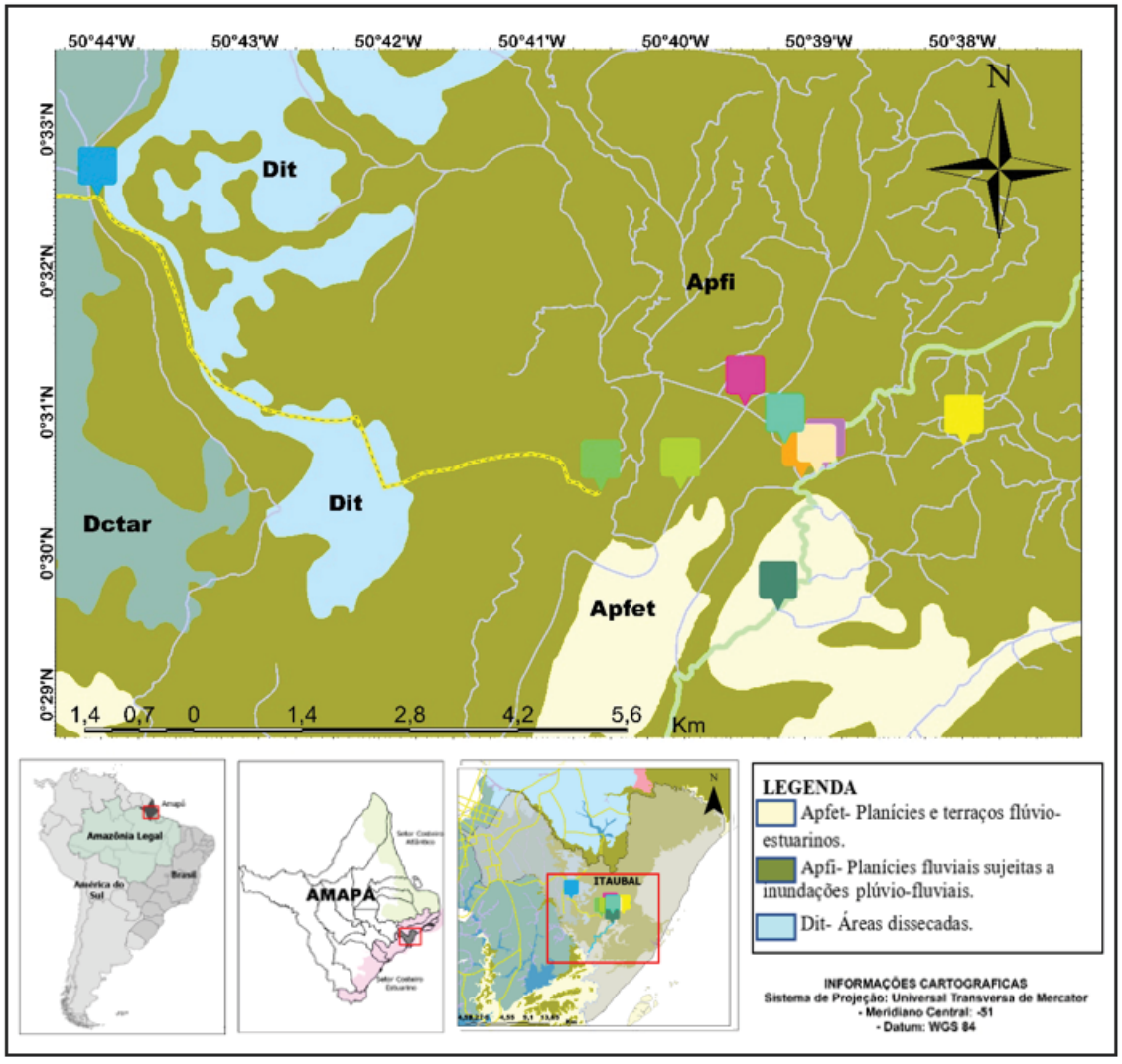


Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Santos *et al*. (2004).

Figura 3. Classificação geológica da área de estudo.

Na classificação da dinâmica geomorfológica descrita por Boaventura e Narita (1974), a área está dentro da Unidade Morfoestrutural Planícies Fluviomarinhas Macapá-Oiapoque, delineada como uma faixa de terrenos quaternários, que se estende da cidade de Macapá à foz do rio Oiapoque.

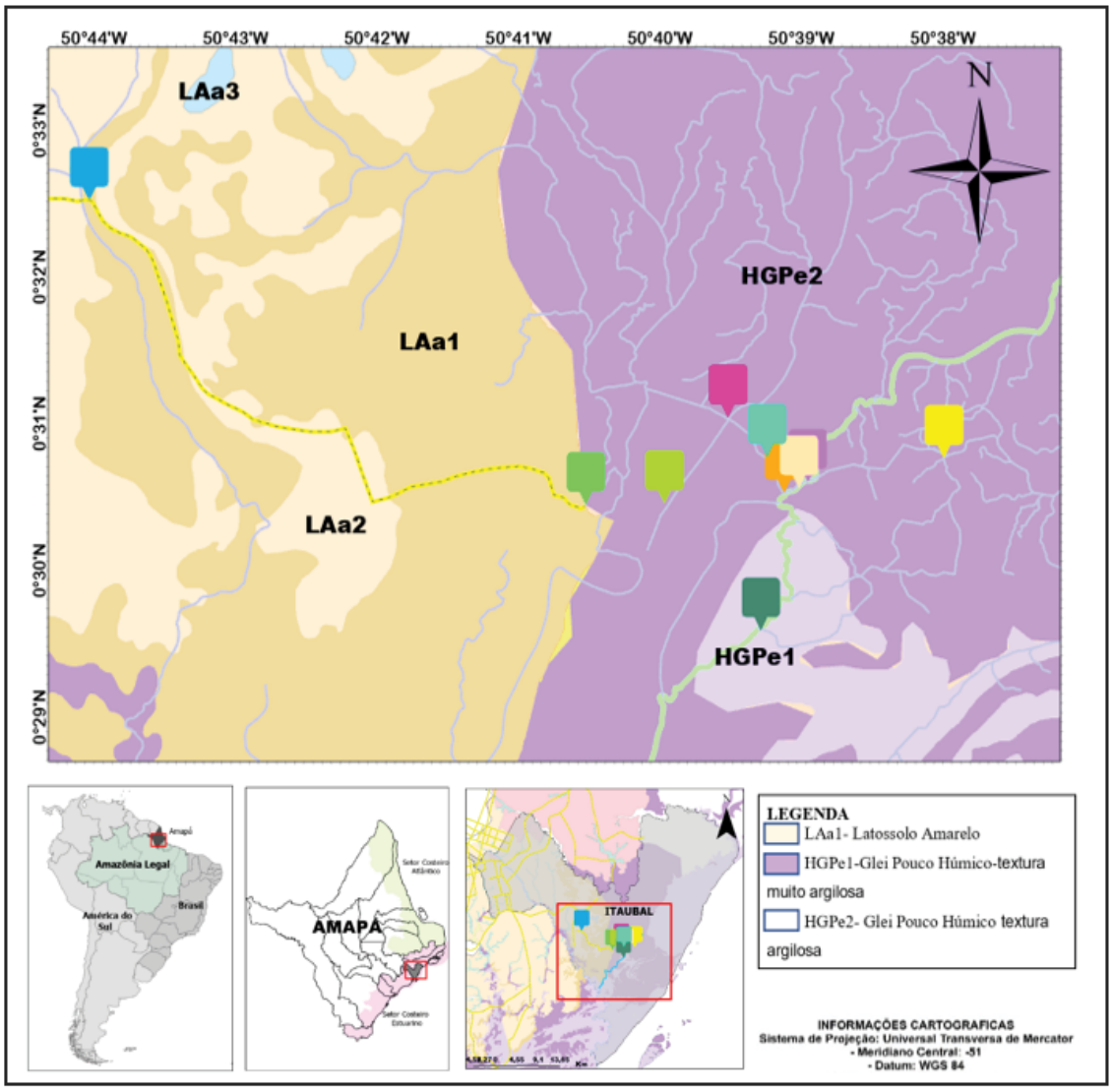
Nos mapas elaborados por Santos *et al*. (2004), identificou-se a presença de planícies e de terraços flúvio-estuarinos (Apefet) inundados diariamente e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés, de áreas de várzea e de planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), comportando meandros abandonados, com áreas sujeitas às marés de sizígia, e de áreas dissecadas (Dit), resultantes do aprofundamento de drenagem em relevos tabulares (Figura 4).



Fonte: Elaborado por Machado (2022), com base em Santos *et al*. (2004).

Figura 4. Classificação geomorfológica da área de estudo.

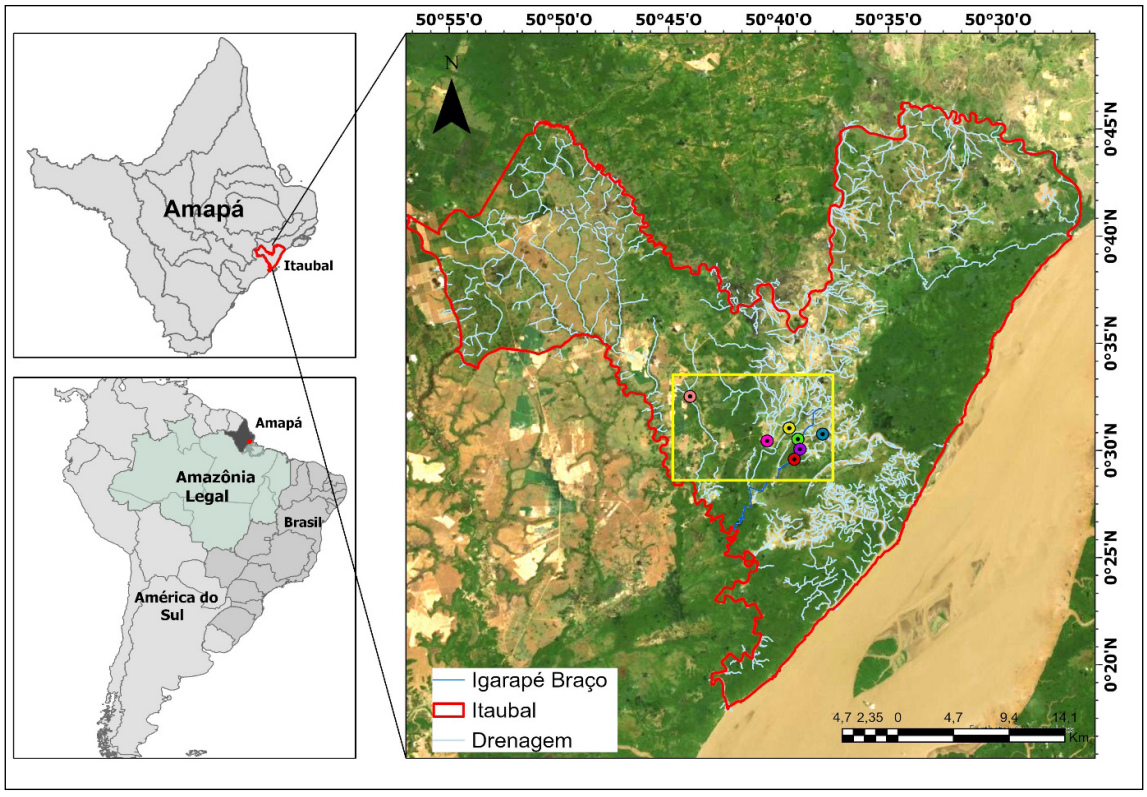
Com relação ao solo, a área apresenta dois tipos distintos: glei pouco húmico e latossolo amarelo (Figura 5). O primeiro é caracterizado por apresentar forte gleyzação, indicando intensa redução de ferro, durante seu desenvolvimento, ou condições de redução, devido à água estagnada, como se evidencia em suas cores básicas, que se aproximam do neutro, com ou sem mosqueados. O solo glei pouco húmico possui horizonte superfi cial orgânico mineral (ócrico), com menores teores de matéria orgânica (PERES *et al*., 1974). Já os latossolos amarelos correspondem ao horizonte B da classifi cação americana, e apresentam evidências de um estágio avançado de intemperização. É um horizonte de subsuperfície alterada, com 30 cm de espessura ou mais (PERES *et al.*, 1974).



Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al*. (2004).

Figura 5. Classificação pedológica da área de estudo.

A rede de drenagem da área de estudo se encontra na Bacia Hidrográfica do Rio Macacoari (Figura 6), sendo um afluente do rio Macacoari, denominado Igarapé Braço. Os pontos levantados no inventário de geodiversidade se concentram na parte do alto curso deste igarapé.



Fonte: Elaborado por Machado (2021), com base em IEPA-ZEE (1997), SEMA, 2015, *Basemap* Google, 2020.

Figura 6. Drenagem da área de estudo.

Nas viagens de campo à área pesquisada, pode-se identificar que o Igarapé Braço está em uma extensão da planície costeira que é de natureza inundável, e que sofre transformações, devido à interferência das marés. Segundo Santos *et al*. (2004), o município de Itaubal possui processos de erosão bastante notáveis em seus trechos costeiros. As dinâmicas dos processos geomorfológicos ocasionam constantes mutações nestes cenários ambientais.

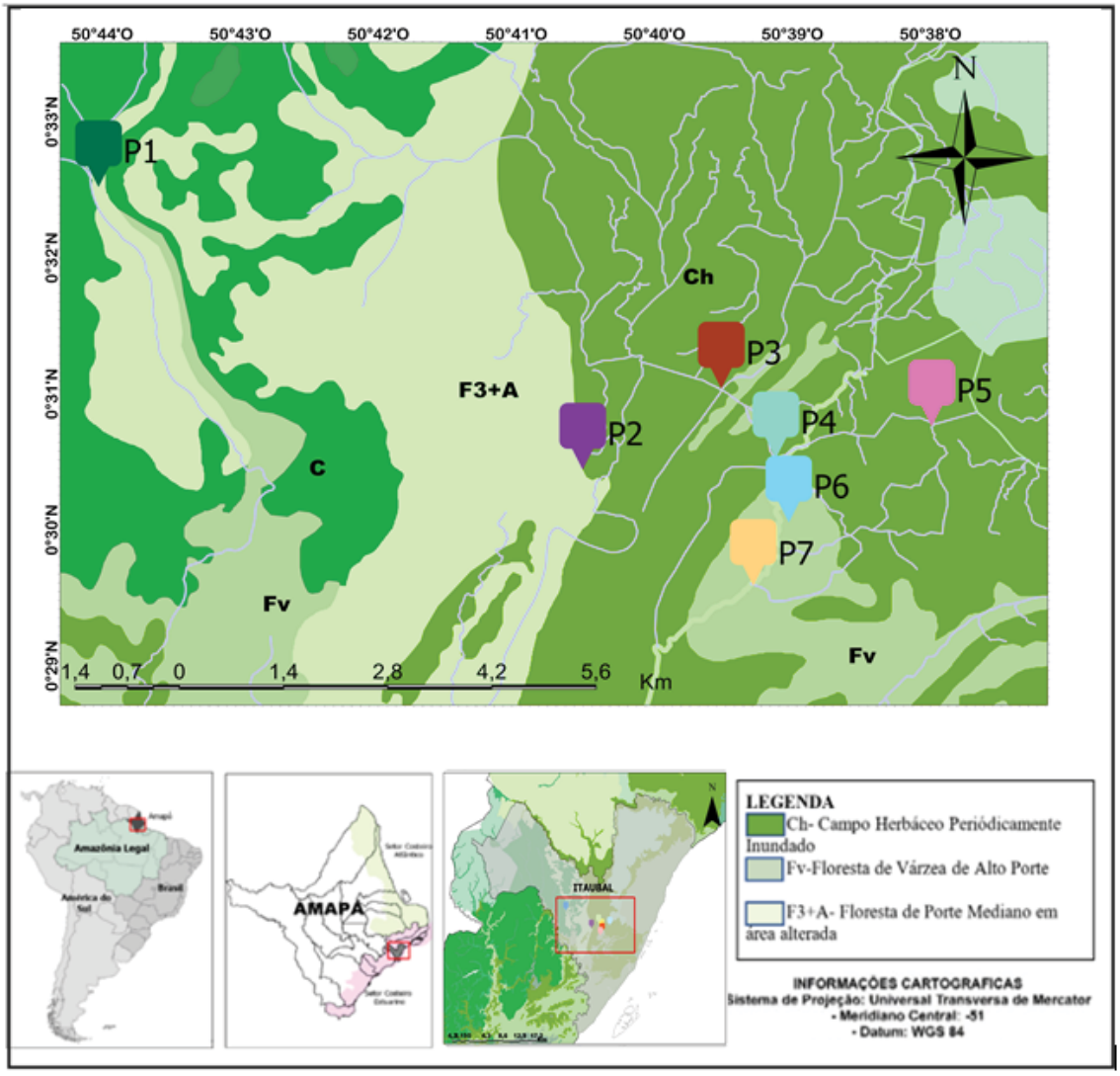
Processos de erosão, de transporte e de deposição ocasionaram modificações na drenagem da área, devido ao Igarapé Braço confluir com o Igarapé Novo. Com esta junção, a paisagem mudou em seus aspectos geomorfológico e hidrográfico, uma vez que as bacias dos rios Macacoari e Gurijuba também acabaram convergindo. Entre as mudanças identificadas, destacam-se:

• Drenagem (secamento) dos campos inundáveis;
• Alargamento e abertura de canais fluviais;
• Mudança no percurso do Igarapé Braço;
• Modificações na vazão e na maré.

Essas características, influenciadas pela modificação da drenagem, serão abordadas no próximo tópico como pontos de relevantes interesse geomorfológico, por representarem aspectos importantes no entendimento das dinâmicas da área e das formas de promover sua conservação ou, pelo menos, o monitoramento de suas modificações.

A cobertura vegetal da região compreende extensas áreas de pastagens naturais, tendo como dominância uma vegetação herbácea, com palmeiras e com árvores de grande porte. A maioria delas é influenciada pelas inundações em diferentes níveis (LEITE *et al*., 1974).

Neto e Silva (2004) caracterizaram a vegetação em três tipos: Florestas de Várzea de Alto Porte, com Grande Frequência de Palmeiras (FV), que são ecossistemas energeticamente abertos, associados às planícies de inundações dos rios e dos igarapés; Campo Herbáceo Periodicamente Inundado (CH), que ocorre em toda a extensão das áreas de planícies inundáveis do setor estuarino; e Floresta de Porte Mediano (Mata Fina), com Espécies Emergentes Dispersas (F3+A), que são florestas secundárias, associadas a áreas de floresta de terra firme e de várzea, que foram desflorestadas ou queimadas (Figura 7).



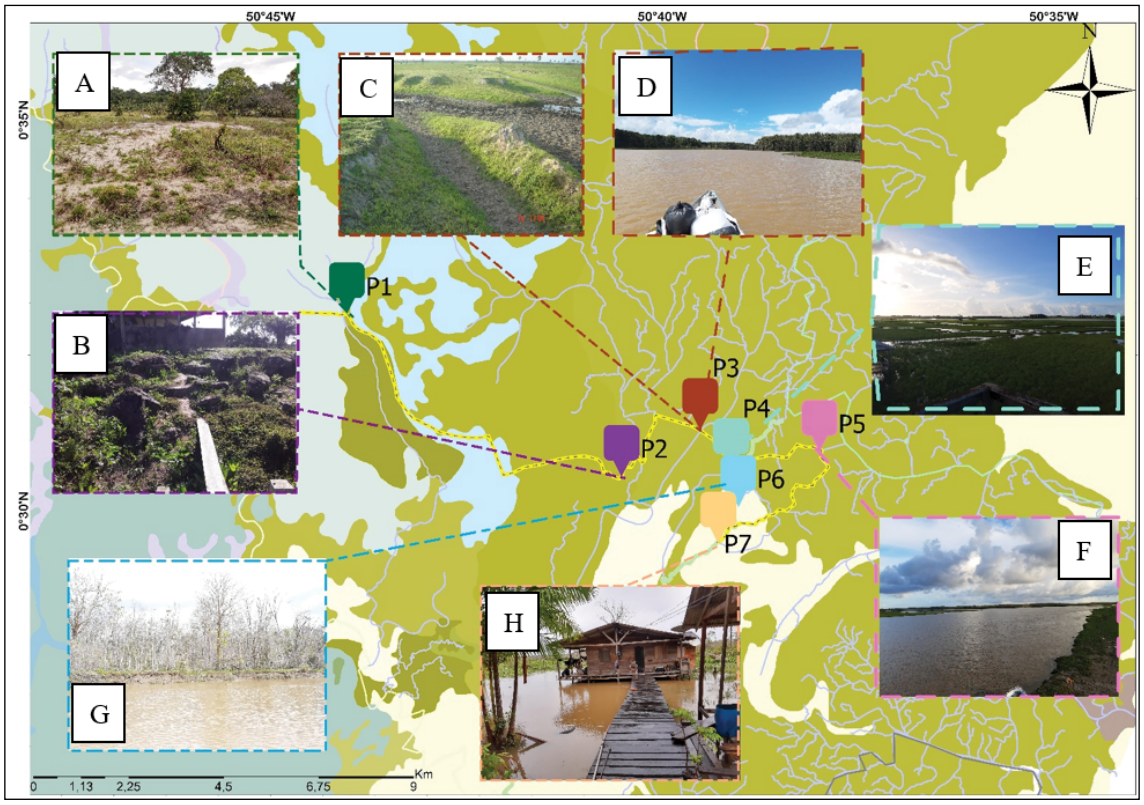
Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al*. (2004).

Figura 7. Classificação da vegetação da área de estudo.

Inventariação e caracterização dos Locais de Interesse Geomorfológico

Foram inventariados sete Locais de Interesse Geomorfológico em um percurso de aproximadamente 11 km (Figura 8). Para isso, levou-se em consideração os indicadores principais, conforme frisa a metodologia de Pereira (2006).

Os locais determinados são: Ponto 1- Sedimentos arenosos (Figura 8A); Ponto 2- Afloramento de arenito (Figura 8B); Ponto 3- Erosão e alargamento da drenagem (Figuras 8C e 8D); Ponto 4- Erosão e formação de ilhas (Figura 8E); Ponto 5- Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo (Figura 8F); Ponto 6- Floresta de várzea descaracterizada (Figura 8G); e Ponto 7- Formação de ilha no Retiro São Benedito (Figura 8H).



Fonte: Elaborado por Machado (2020), com base em Santos *et al*. (2004) e em dados de campo.

Figura 8. Locais de Interesse Geomorfológico inventariados.

Pela Zona Costeira ser um ambiente dinâmico, De Oliveira *et al*. (2017) citam dificuldades de gestão e de ordenamento territorial da área, dado o caráter contraditório das políticas públicas de governo, que, ao mesmo tempo que criam incentivos para reforçar a produtividade econômica na região, aprovam e liberam recursos para a implementação de programas de sustentabilidade ambiental na área.

Barbosa (2016) destacou um aspecto importante a se considerar, além dos indicadores de Pereira (2006): por meio dos conhecimentos dos aspectos geológicos, que descrevem a história da Terra, e geomorfológicos, que modelam o ambiente, turistas, visitantes e moradores locais passam a dar valor aos locais e, consequentemente, a praticar a educação ambiental.

Espírito Santo (2018) reforçou a contribuição da ciência geomorfológica nestes estudos, considerando a escala de manifestação espacial de uma forma de relevo como componente de um sítio da geodiversidade. Ou seja, a geodiversidade pode ser representada por unidades morfoestrutural, morfoescultural, morfológica, e, também, por processos e por formas semelhantes, como, por exemplo, a erosão.

Na caracterização dos LIG, entre os sete pontos inventariados, cinco tiveram a erosão como processo importante na modificação da paisagem geomorfológica, sendo que vários fatores foram determinantes para tal situação, como a vulnerabilidade da área e a ação de atividades antrópicas, como a bubalinocultura, o desmatamento etc., como veremos na caracterização dos pontos.

Caracterização do Ponto 1 (Sedimentos arenosos)

O primeiro ponto inventariado fica no início do roteiro, à 1,7 km da entrada do ramal, em uma propriedade privada. O Ponto 1 se destacou pela presença de um areal (denominação historicamente utilizada para as manchas de areia exposta), que, segundo Suertegaray (2012), ocorrem sobre unidades litológicas frágeis (depósitos arenosos), em áreas com baixas altitudes e declividades.

Quadro 3. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 1 (Sedimentos arenosos).

PONTO 1 - SEDIMENTOS ARENOSOS	
Localização geográfica (UTM)	50,7337851°W / 0,5420047°N
Tipo de local	Área, que demostra um processo de arenização
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas pela Lei nº 12.651/2012, o "Novo Código Florestal Brasileiro"
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo, e, em seguida, ramal da Acapurana
Fragilidade e vulnerabilidade	Potencial de degradação dos solos, visto que há desenvolvimento de atividades, relativas ao cultivo de grãos e ao uso recreativo (balneário)
Estado de conservação	Área com estado de conservação parcialmente bom, pois, além de estar inserido em uma propriedade de cultivo de grãos, foi construída, pelo proprietário, uma pequena barragem no local, que interferiu no curso natural da drenagem. Além de se tratar de obra feita em uma Área de Preservação Permanente, percebeu-se que esta não conta com licenciamento ambiental
Unidade Geomorfológica	Transição entre Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi) e Áreas dissecadas (Dit)
Unidades geológicas	Formação Barreiras, associada aos terrenos terciários (Tc)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como área geomorfológica de interesse, porque, segundo Pereira (2006), inclui várias geoformas ou grupos de geoformas, caracterizando-se por obrigar movimentações, dentro da própria área, de modo a permitir observar os elementos em destaque. Além disso, o espaço possui atividades de cultivo de grãos e de recreação (como balneário) nas proximidades, embora o acesso a esta atividade seja restrito e ocorra somente mediante autorização de entrada.

A estrutura de balneário construída na área (Figura 9) não segue as recomendações estabelecidas pela Lei nº 12.651/2012, o "Novo Código Florestal Brasileiro", que versa sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), as quais abrangem áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Observou-se que a estrutura em questão altera o curso natural da drenagem, além de não possuir licenciamento ambiental, representando uma preocupação à integridade do local.

De acordo com as referências levantadas, as características descritas por Santos *et al*. (2004a), esse ponto possui características da Formação Barreiras (Tc), que se condicionam ao relevo dissecado em interflúvios tabulares, apresentando-se como uma área com baixa densidade de drenagem e com sedimentos areno-argilosos (Tar) ocorrendo nas áreas do Planalto Costeiro.

No aspecto geomorfológico, essa área está caracterizada por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi) e pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios, apresentando, ainda, tabuleiros costeiros de formas dissecadas em interflúvios tabulares (SANTOS et al., 2004).

O solo é arenoso, com características de latossolos, e a vegetação observada em campo ocupa uma área mais plana, com uma floresta de transição entre cerrado e vegetação herbácea, de influência fluvial, dominada por buritis (*Mauritia* sp.), que pode ser bem adensada (buritizais) ou mais aberta (veredas) (COSTA-NETO, 2014).

O local apresenta atrativo turístico, por possuir uma área boa para recreação, com banho no Igarapé Mata-Fome, e tem potenciais científico e educacional, por possuir características geológicas e geomorfológicas que relatam um momento da história da Terra importante para o conhecimento dos públicos estudantis, desde o ensino médio aos alunos de graduação e de pós-graduação.



Fonte: Acervo das autoras (2022).

Figura 9. Sedimentos arenosos que formam o areal (9A); e balneário construído sobre o Igarapé Mata-Fome (9B).

Caracterização do Ponto 2 (Afloramento de arenito)

O Ponto 2 está localizado à 8,39 km do ramal do Carmo, em propriedade privada. Foi identificada a presença de rochas lateríticas no limite entre a planície de maré e as áreas de campos inundáveis.

Quadro 4. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 2 (Afloramento de arenito).

PONTO 2 - AFLORAMENTO DE ARENITO	
Localização geográfica (UTM)	50,6753237°W / 0,5073935°N
Tipo de local	Local panorâmico de observação da geomorfologia costeira
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Sem proteção jurídica
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Atuação de processos erosivos e desenvolvimento de atividades pecuárias (bubalina, suína, equina e avicultura), com potencial de degradação
Estado de conservação	Área em bom estado de conservação natural, porém que sofre com pressão antrópica, por funcionar como um porto de embarque
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Associada aos terrenos terciários está a formação de barreira (Tc), que, na área, é constituída de sedimentos arenosos, com presença de uma carapaça laterítica ferruginosa
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como panorâmico, pois, segundo Pereira (2006), é um ponto de observação de um conjunto de geoformas de grande dimensão. No caso, o afloramento de arenito e a Planície Costeira Amazônica e seus processos, pelos quais podemos ter a compreensão do local de visualização e das geoformas que daí se observam.

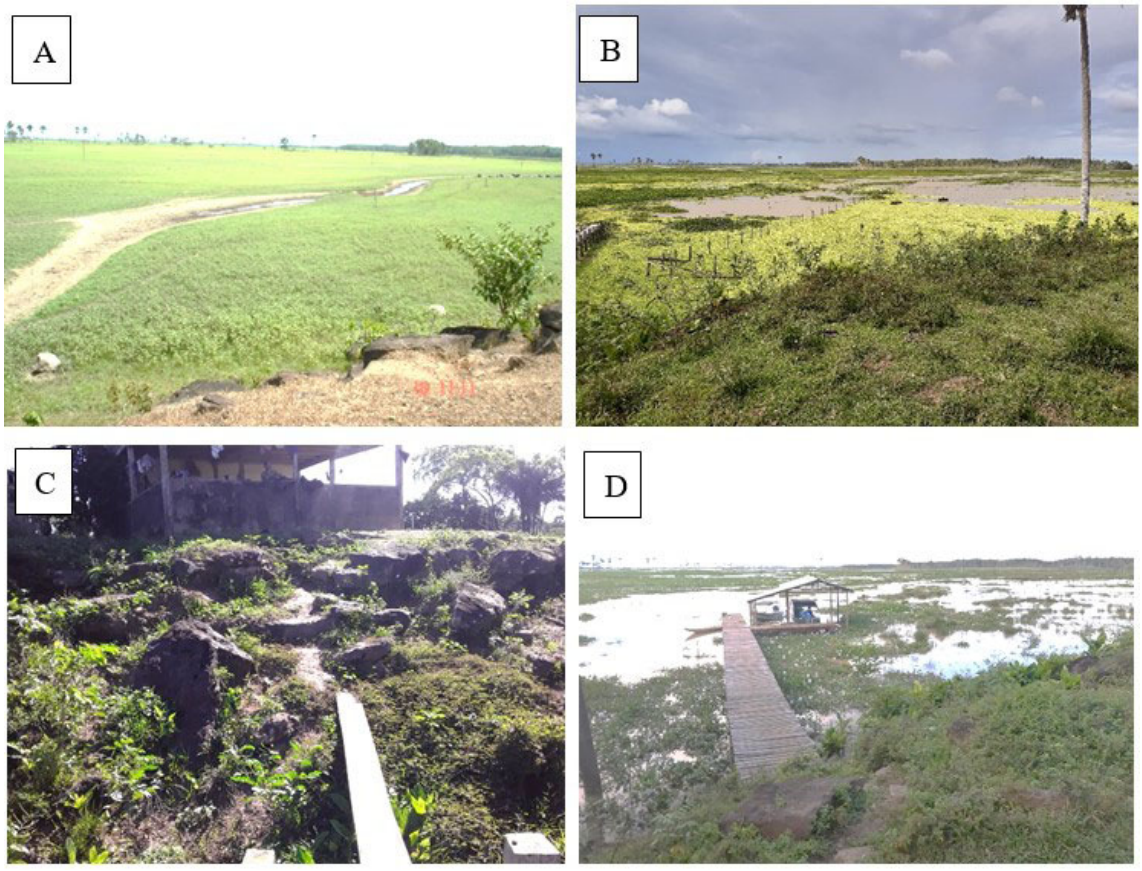
Possui atividades pecuárias, como criação de búfalo, de porcos, de aves (pato e galinha), além de animais domésticos, como cachorro, que podem afetar o LIG de forma negativa, já que não há nenhum tipo de manejo.

Nesse ponto se encontra a sede da fazenda, em que foi construída uma estrutura de madeira (Figura 10), que serve de porto de embarque e de desembarque para pequenos barcos de moradores de comunidades e de fazendas próximas ao local. A área próxima da casa também serve como ponto de estacionamento de carros.

A unidade geológica predominante na área do Ponto 2 está associada aos terrenos terciários e à Formação Barreira (Tc) (SANTOS *et al*., 2004), sendo constituída de sedimentos arenosos, com presença de uma carapaça laterítica ferruginosa, e de seixos de tamanhos variados, com uma matriz arenosa de coloração esbranquiçada. Esta característica é bem destacada e pode ser observada no local (Figura 10C).

As unidades geomorfológicas deste LIG incluem a Planície Flúvio-Estuarina e os terraços do rio Amazonas, que se caracterizam como planícies fluviais sujeita a inundações plúvio-fluviais (Apfi) (SANTOS *et al*., 2004), e pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios. A característica pedológica identificada foi o Latossolo Amarelo álico A (LAa1).

Este ponto foi considerado com potenciais atrativos turístico, científico e educacional, por possuir características geomorfológicas de fácil compreensão, que demostram a diferença de dois ambientes da zona costeira estuarina do Amapá. Esta paisagem está ligada à transição entre o Terciário e o Quaternário, e passou por processos distintos de formação e de configuração, tornando-se um importante aspecto a ser estudado e conservado para públicos diversos, como estudantes de ensino médio, de graduação e de pós-graduação.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 10. Vista da área de planície costeira em sua configuração paisagística do ano de 2007, antes da influência da erosão (10A)**;** vista da área de planície costeira em sua configuração paisagística atual, após a influência da erosão (10B); afloramento arenoso, com presença de carapaça laterítica ferruginosa (10C); e estrutura de porto construída no limite da planície costeira(10D).

Caracterização do Ponto 3 (Erosão e alargamento da drenagem)

Este ponto fica à 10,55 km do ramal do Carmo, em uma propriedade particular.

Quadro 5. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 3 (Erosão e alargamento da drenagem).

PONTO 3 - EROSÃO E ALARGAMENTO DA DRENAGEM	
Localização geográfica (UTM)	50,6585850°W / 0,5173280°N
Tipo de local	Área, com processos costeiros de erosão, que resultam em terraços
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.6611988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Este LIG se encontra submetido a constantes modificações, sejam elas de longo período, associadas à história geológica, sejam de curto período, relacionadas aos processos costeiros atuais, como correntes, ventos, presença do rio Amazonas, bem como à atuação de fatores antropogênicos, como a atividade da bubalinocultura, exercida de forma extensiva
Estado de conservação	LIG com estado de conservação natural bem modificado, devido à erosão. Esta área sofre grande pressão, por conta da criação de búfalos e dos processos erosivos intensos, decorrentes do fluxo de sedimentos do rio Amazonas, das correntes de maré etc.
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

O local foi classificado como Área, pois demostra processos costeiros de erosão fluvial, que resultam em terraços, sendo localizado em propriedade particular com atividades pecuárias, como criação de búfalo, que, juntamente com as características naturais de fragilidade da planície, ocasionaram modificações drásticas na paisagem e na hidrografia locais.

A configuração da drenagem se destaca neste ponto, pois Machado (2007) já demostrava preocupação com o risco da criação de búfalos na área, considerando que, segundo Primavesi (1999), esses animais andam em bandos e, muitas vezes, o peso deles acaba abrindo drenagens, que causam mudança nos cursos de rios, de lagos e de igarapés, causando, também, o assoreamento destes.

Santos (2006) subdividiu as modificações causadas pela bubalinocultura no município de Cutias em duas categorias: A- as induzidas pelo rebanho; e B- as induzidas pela ação antrópica. As ações dos búfalos, devido às características já citadas por Primavesi (1999), e dos seres humanos, que, além de fazer uma criação extensiva do animal, ou seja, sem manejo algum, ocasionam a abertura induzida de canais artificiais, com a finalidade de formar drenagens, a fim de facilitar o acesso a fazendas ou, mesmo, impedir processos erosionais em habitações, desviando as drenagens.

Inicialmente, os canais artificiais produzidos desta forma têm um metro de largura (o suficiente para passar uma canoa) e poucos metros de extensão. Feitas as valas, os processos naturais se encarregam de transformá-las em verdadeiras bacias.

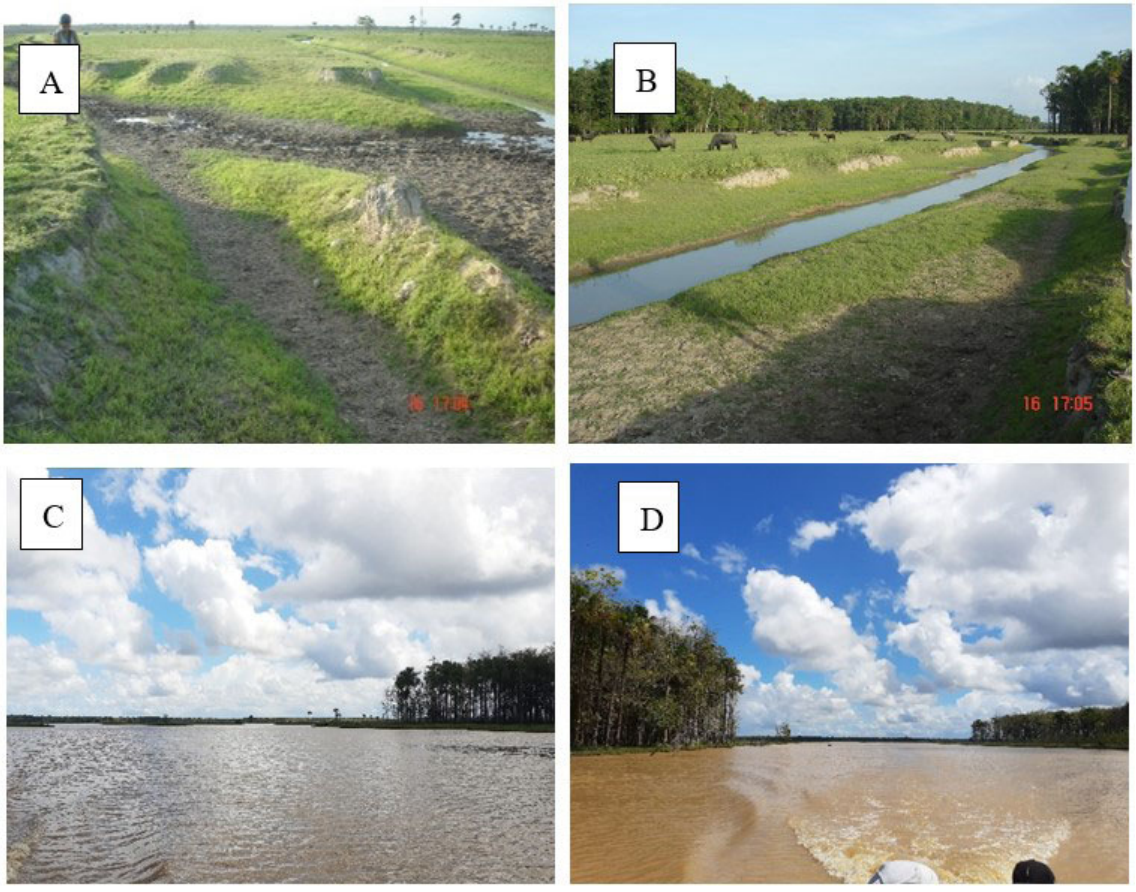
Tais modificações de drenagem ocorreram neste ponto, como pode ser observado na Figura 11, em que, no ano de 2007, havia um regime de maré diferente e o fluxo da drenagem obedecia a certa sazonalidade, tornando os campos inundáveis no período chuvoso e secos no período de estiagem. Nos dias atuais, o fluxo da drenagem se modificou e o regime diário de maré e o fluxo intenso de água na drenagem mantêm os campos permanentemente alagados, seja no período seco, seja no período chuvoso, como um banhado ou uma área de encharco.

A unidade geológica predominante na área do Ponto 3 é a do Depósito de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorre principalmente no contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, em que pode atingir largura de aproximadamente 80 km. Esta unidade presenta altitudes, variando de 3 m a 6 m.

A unidade geomorfológica, em que este LIG se configura é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que Santos *et al*. (2004) caracterizam como planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como os terraços nela elaborados.

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al*. (1974) é a presença de solo gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb álico A, com moderada textura argilosa, fase floresta equatorial subperenifólia (campinarana floresta) e relevo plano. Possui horizonte superficial orgânico mineral (ócrico), com menores teores em matéria orgânica

Este ponto foi considerado de potenciais atrativos científico, educacional e turístico, por demostrar processos fluviais que modelam a paisagem da planície costeira. Trata-se de um elemento muito importante nos estudos geomorfológicos de diversos públicos, como alunos de graduação e de pós-graduação, incluindo pesquisadores geomorfológos e professores da área das ciências da terra.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 11. Drenagem da planície de inundação no período seco, antes da influência da erosão (2007) (11A e 11B); e drenagem da planície de inundação no mesmo período seco, após a influência da erosão (2021) (11C e 11D).

Caracterização do Ponto 4 (Erosão e formação de ilhas)

Este ponto fica à 11,10 km do ramal do Carmo e abrange duas fazendas situadas na área. Ambas possuíam suas sedes às margens do Igarapé Braço e, devido à erosão, tiveram que mudar de local.

Quadro 6. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 4 (Erosão e formação de ilhas).

PONTO 4 - EROSÃO DE CANAIS E FORMAÇÃO DE ILHAS	
Localização geográfica (UTM)	50,6519930°W / 0,5087910°N
Tipo de local	Área, com processos costeiros de erosão
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.6611988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Este LIG se encontra submetido a constantes modificações, sejam elas de longo período, associadas à história geológica, sejam de curto período, relacionadas aos processos costeiros atuais, como correntes, ventos, presença do rio Amazonas, bem como à atuação de fatores antropogênicos, como a atividade da bubalinocultura, exercida de forma extensiva
Estado de conservação	LIG com estado de conservação natural bem modificado, devido à erosão. Esta área sofre grande pressão, por conta da criação de búfalos e dos processos erosivos intensos, decorrentes do fluxo de sedimentos do rio Amazonas, das correntes de maré etc.
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

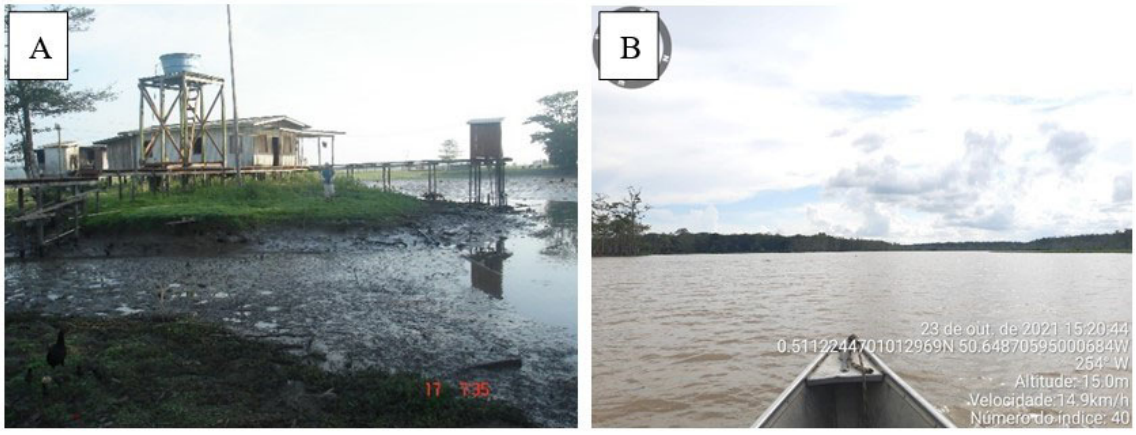
Nesse ponto, observam-se os processos fluviais, como erosão e avulsão fluvial, que ocorreram nos cursos hídricos, ocasionando remodelamentos na rede hidrográfica e na paisagem. Dentro de um período de 15 anos, conseguimos observar o alargamento da drenagem, e o seu aprofundamento, e mudanças no fluxo de maré e no balanço sedimentar, que ocasionaram forte erosão e formaram uma densa rede de drenagem, originando algumas ilhas, em função da evolução dos canais e da forte dinâmica das marés. Além da ação antrópica, a bubalinocultura e o desmatamento também influenciaram nestas modificações (Figura 12).

A unidade geológica predominante na área do Ponto 4 é a dos Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorrem principalmente em contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, onde podem atingir larguras de aproximadamente 80 km. Apresentam altitudes, variando de 3 m a 6 m (BRASIL, 1974).

Já a unidade geomorfológica, em que este LIG se configura é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que se caracterizam por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios (SANTOS *et al*., 2004).

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al*. (1974) é a ocorrência de solos Gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb Álico A, com textura argilosa moderada, fase floresta equatorial subperenifólia (campinarana floresta) e relevo plano. Possui horizonte superficial orgânico mineral (ócrico), com menores teores em matéria orgânica.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar como um processo em uma área quaternária pode mudar toda uma paisagem e influenciar os sistemas ambiental e social.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 12. Drenagem do leito do Igarapé Braço, antes da influência da erosão (2007) (12A); e drenagem atual, com alargamento e com aprofundamento do leito, após influência da erosão (2021) (12B).

Caracterização do Ponto 5 (Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo)

Este ponto fica à 13,29 km do ramal do Carmo, nos limites de uma propriedade privada, e demostra a confluência dos igarapés Novo e Braço.

Quadro 7. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 5 (Confluência Igarapé Braço-Igarapé Novo.

PONTO 5 - CONFLUÊNCIA IGARAPÉ BRAÇO-IGARAPÉ NOVO	
Localização geográfica (UTM)	50,6331715°W / 0,5127127°N
Tipo de local	Área, que demostra processos de erosão fluvial e de avulsão
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)); par. 4º do art. 225 da CF/88; e Lei nº 7.6611988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial pelo, Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Área vulnerável a processos erosivos, devido ao fluxo de maré e aos sedimentos do rio Amazonas
Estado de conservação	LIG modificada pela erosão
Unidade Geomorfológica	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi)
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1)
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo, científico e turístico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

Talvez, esse ponto seja um dos mais destacados, por conta de todas as modificações ocorridas na paisagem e na rede de drenagem no alto curso do Igarapé Braço, devido ao processo de erosão regressiva, que, segundo Quaresma *et al*. (2017), é um tipo de erosão linear, que se propaga na direção das cabeceiras dos rios, na tentativa de estabelecer perfis de equilíbrio. Processo semelhante ocorreu no Igarapé Novo, causando a captura fluvial do Igarapé Braço. O Igarapé Novo possui o sentido sudeste/noroeste e é um afluente do rio Amazonas, enquanto o Igarapé Braço possui o sentido sudoeste/nordeste e é um afluente do rio Macacoari.

A erosão fluvial iniciada no Igarapé Novo transformou a rede de drenagem de alta densidade, abrindo vários canais (Figura 13), e um destes canais chegou ao alto curso do Igarapé Braço, acarretando uma modificação em todo o seu sistema fluvial. Nessa drenagem, durante o período de Inverno Amazônico, de janeiro a junho, os campos ficavam inundados e havia um sistema lacustre, que permanecia com água o ano todo. Após a erosão, as águas foram canalizadas e acabaram drenando os lagos existentes em seu entorno.

O início deste processo ainda é desconhecido, porém, além da suscetibilidade da área à erosão, existe a influência da ação das atividades humanas. Júnior e De Paula Barros (2020) destacam a influência do ser humano na dinâmica fluvial, por meio de ações diretas e indiretas. As ações diretas incluem barramentos, desvios ou retificações de cursos d'água, canalizações artificiais, entre outros, e as ações indiretas estão associadas principalmente a condições inadequadas de uso e de manejo do solo e à remoção/ degradação da cobertura vegetal, gerando condições favoráveis ao surgimento de focos de erosão acelerada, que tendem a fornecer elevada carga sedimentar às calhas.

Entre as atividades destacadas pelos autores, podemos citar pelo menos três que contribuíram com as modificações na paisagem: a bubalinocultura, a canalização artificial e o desmatamento.

A unidade geológica predominante na área, em que se encontra o Ponto 4 é a dos Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 1 (Qfe1), que ocorrem principalmente em contato com a várzea, e sua maior faixa de exposição está situada às margens dos rios Araguari e Amazonas, em que pode atingir uma largura de aproximadamente 80 km e apresentam altitudes, variando de 3 m a 6 m (BRASIL, 1974).

A unidade geomorfológica deste ponto é a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas, que se caracterizam por planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais (Apfi), bem como pelos terraços nelas elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios (SANTOS *et al*., 2004).

A característica pedológica identificada por Santos e Tardin (2004) e por Peres *et al*. (1974) é a presença de solos Gley pouco húmico (HGPe2) (solos hidromórficos indiscriminados) e de Plintosolo Tb Álico A.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar como processos hidrogeomorfológicos podem alterar um sistema fluvial e acarretar várias modificações ambientais e sociais.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 13. Abertura de canais, devido à erosão da cabeceira do Igarapé Novo (2014) (13A); e local exato da confluência entre os igarapés Novo e Braço (13B).

Caracterização do Ponto 6 (Floresta de várzea descaracteriza)

Esse ponto se localiza a aproximadamente 14 km do ramal do Carmo, e seu acesso se dá por via fluvial.

Quadro 8. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 6 (Floresta de várzea descaracterizada).

PONTO 6 - FLORESTA DE VÁRZEA DESCARACTERIZADA	
Localização geográfica (UTM)	50,6504267°W / 0,5009382°N
Tipo de local	Local panorâmico de observação da modificação na vegetação pela remodelagem fluvial
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 12.651/2012
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Transformações no habitat geraram mudanças importantes na composição e na estrutura da floresta; desmatamento
Estado de conservação	Esse LIG apresenta grande modificação na paisagem, com perda da vegetação de várzea
Unidade Geomorfológica	Planícies e terraços flúvio-estuarinos inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés (Apefet), correspondendo às áreas de várzea
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), com sedimentos pelíticos (argila e silte) a sílticos-arenosos de coloração cinzenta na base e amarelada no topo localizados em áreas de várzea. São influenciados diariamente pelas marés
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo e científico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

Como já citado por Neto e Silva (2004), a Floresta de Várzea de Alto Porte com Grande Frequência de Palmeiras (FV) consiste em ecossistemas energeticamente abertos, associados às planícies de inundação dos rios e dos igarapés, que apresentam uma estrutura exuberante, uma rica diversidade e um grande patrimônio genético, e estão submetidas a ciclos diários de enchentes e de vazantes pela água doce represada nas marés. Devido a esta dinâmica, uma grande quantidade de material sedimentar é carreada diariamente para estas áreas (ZEE, 1997).

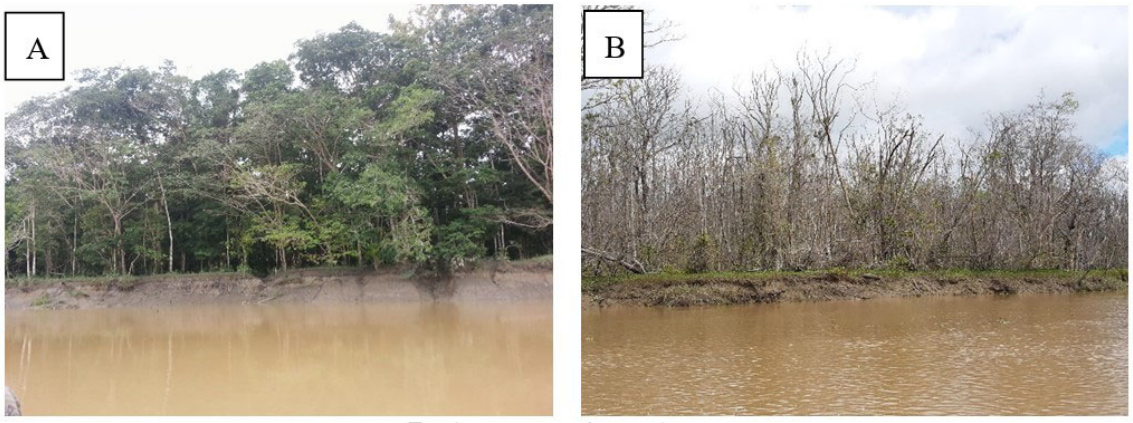
O efeito da erosão fluvial neste LIG foi devastador pela quantidade de espécimes que sofreram tal impacto (Figura 14). Ainda não existe um estudo voltado a explicar o motivo de tal modificação, porém a perda da vegetação começou juntamente com a mudança da rede de drenagens, que acarretou a modificação do regime de marés. Antes da erosão, essa floresta ficava alagada durante seis meses e, após a erosão, o regime de marés passou a ser diurno.

Dessa forma, seria interessante um aprofundamento nos estudos sobre a gênese do problema, bem como sobre as consequências desta perda para a área, já que são várias arvores perdidas, que têm um papel importante na geodiversidade do local.

A unidades geológica da área foi classificada como Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), possuindo sedimentos pelíticos (argila e silte) a sílticos-arenosos, coloração cinzenta na base e amarelada no topo, com ocorrência em áreas de várzea, sendo diariamente influenciada pelas marés. Na questão geológica, Santos *et al*. (2004) identificaram a área como composta de Planícies e terraços flúvio-estuarinos (Apefet), inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés.

Quanto às características do solo, Santos e Tardin (2004) definem a ocorrência de solos: Glei pouco húmico Ta Eutrófico A, moderado, de textura muito argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia higrófila de várzea e de manguezal e de relevo plano; e Aluviais Tb Álicos A, de textura argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia hidrógila de várzea e de relevo plano.

Seus potenciais educativo e científico estão na possibilidade de realizar estudos de análise multitemporal, para analisar as mudanças ocorridas na rede de drenagem e a influência destas sobre as modificações da vegetação.



Fonte: Acervo das autoras.

Figura 14. Vegetação em seu estado normal, antes da erosão (14A); e vegetação modificada pela erosão (14B).

Caracterização do Ponto 7 (Formação de ilha no Retiro São Benedito)

Quadro 9. Caracterização e inventariação do LIG Ponto 7 (Formação de ilha no Retiro São Benedito).

PONTO 7 - Formação de ilha no Retiro São Benedito	
Localização geográfica (UTM)	50,6547163°W / 0,4931541°N
Tipo de local	Área, que demostra processos costeiros de erosão e de formação de ilha
Proprietário	Com
Proteção jurídica	Lei nº 188/1994 (Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)) e Lei nº 7.661/1988 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC))
Acessibilidade	Via terrestre, pela AP-340, ramal do Carmo e, em seguida, ramal da Acapurana; e por via fluvial, pelo Igarapé Braço do Macacoari
Fragilidade e vulnerabilidade	Área suscetível à erosão e à formação de ilhas, com drenagem de lago
Estado de conservação	Esse LIG é uma área de lago drenada e formada em ilha fluvial
Unidade Geomorfológica	Planícies e terraços flúvio-estuarinos inundados diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés (Apefet), correspondendo às áreas de várzea
Unidades geológicas	Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), com sedimentos pelíticos (argila e silte) a sílticos-arenosos de coloração cinzenta na base e amarelada no topo localizados em áreas de várzea. São influenciados diariamente pelas marés
Geodiversidade com potenciais educativo, científico e turístico	Potenciais educativo e científico

Fonte: Elaborado por Machado (2020).

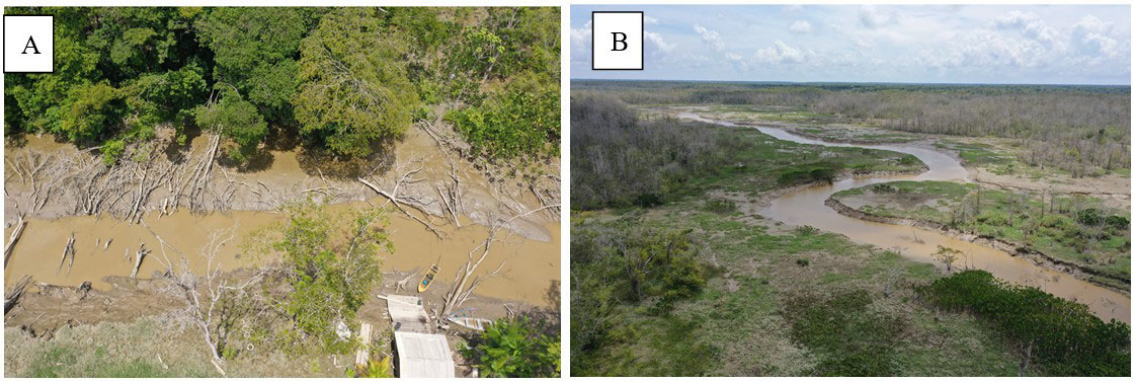
Nesse ponto, observam-se processos fluviais, como erosão e drenagem de um lago, que transformou tal espaço em uma ilha. O mesmo processo vem ocorrendo no Ponto 4, com mudanças no fluxo de maré e no balanço sedimentar, que ocasionaram forte erosão e formaram uma densa rede de drenagem, originando algumas ilhas, em função da evolução dos canais, devido à forte dinâmica das marés (SANTOS *et al*., 2004). Ações antrópicas, como a bubalinocultura e o desmatamento, também influenciaram nesta modificação. No local de ocorrência de erosão fica a sede da fazenda São Benedito; esta, que bordejava este sistema lacustre, está hoje rodeado por drenagens (Figura 15).

As unidades geológicas da área foram classificadas como Depósitos de Planície Flúvio-Estuarina 2 (Qfe2), possuem sedimentos pelíticos (argila e silte) a sílticos-arenosos, de coloração cinzenta na base e amarelada no topo, aparecem em áreas de várzea e são influenciados diariamente pelas marés. Santos *et al*. (2004) identificaram a geologia da área como de Planícies e terraços flúvio-estuarinos (Apefet), diária e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) inundados pelas marés.

Quanto às características do solo, Santos e Tardin (2004) definem a ocorrência de solos: Glei pouco húmico Ta Eutrófico A, moderado, de textura muito argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia higrófila de várzea e de manguezal e de relevo plano;

e Aluviais Tb Álicos A, de textura argilosa, com fase floresta equatorial subperenifólia hidrógila de várzea e de relevo plano.

Seus potenciais educativo e científico estão em mostrar processos de erosão fluvial e de formação de ilhas.



Fonte: acervo das autoras.

Figura 15. Erosão das margens do Igarapé Braço, derrubando a vegetação (15A); e área de lago drenada por abertura de canal (15B)

CONCLUSÕES

A Zona Costeira é um patrimônio nacional, nos termos do § 4º do art. 225 da Constituição Federal de 1988, devendo sua ocupação e sua exploração se darem de modos ecologicamente sustentáveis. Contudo, esta região sofre com a atuação dos processos resultantes dos grandes ciclos da escala de tempo geológica (medida em milhões de anos), que esculpem lentamente as formas de relevo, bem como com a ação dos fenômenos de curtos intervalos de tempo (medidos em milhares a dezenas de anos), que modificam rapidamente a paisagem. Em alguns casos, os efeitos de ambos os ciclos são sentidos, durante a escala de vida humana. Em outras palavras, as áreas em foco neste texto apresentam processos dinâmicos e continuados, ao longo do tempo, ora construindo, ora destruindo suas formas de relevo.

A importância de se levantar a geodiversidade desta área está para além da tarefa de buscar a conservação dos Locais de Interesse Geomorfológico e a divulgação destes locais e dos seus valores, através de iniciativas educacionais; com efeito, estas geoformas que possuem elevados valores científico, cultural e essencialmente estético, e revelam grande atratividade turística, demonstrando, também, valor econômico.

O mapeamento destas formas se torna um elemento importante para a identificação e para a melhor compreensão dos fenômenos naturais, das suas interações e dos produtos resultantes, permitindo um melhor planejamento do uso e ocupação dos solos locais.

Nesse sentido, a compreensão dos processos atuais permitiria interpretar eventos registrados em depósitos fluviais antigos. Do mesmo modo, a compreensão do passado pode ser a chave para entender o futuro, logo a história de um sistema fluvial pode fornecer subsídios para a compreensão das características naturais de um curso d'água e, dessa forma, servir como referencial para avaliações, para restaurações e para previsões.

REFERÊNCIAS

AMAPÁ. Governo do Estado do Amapá. **Lei Estadual nº 188**, de 19 de dezembro de 1994. Institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro - PEGC, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Macapá, n. 0974, 20 dez. 1994. Disponível em: <http://www.al.ap.gov.br/lei0188.htm>. Acesso em: 19 nov. 2021.

ANDRADE, M. *et al*. Estado Da Arte da Geodiversidade Da Amazônia Legal. **Fronteiras**: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 10, n. 1, p. 380-405, 2021. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1.p380-405>.

ANDRASANU, A. **Basic concepts in Geoconservation**. Mesozoic and Cenozoic vertebrates and paleoenviroments – Tributs to the career of Dan Grigorescu. [*S. l.*]: Ed. ARS Docendi, 2006. p. 37-41.

BARBOSA, E. N.; MENESES, L. F.; CAVALCANTE, M. B. Um olhar sobre a Geodiversidade do Parque Estadual da Pedra da Boca (PE/PB). **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, n. esp., 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10593>. Acesso em 21 nov. 2021.

BOAVENTURA, F. M. C.; NARITA, C. **Geomorfologia da Folha Brasil**. Projeto RADAM. Folha NA. NB. 22 Macapá. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)

BOURAOUI, F.; GRIZZETTI, B. Modelling mitigation options to reduce diffuse nitrogen water pollution from agriculture. **Science of The Total Environment**, v. 468-469, n. 15, p. 1267-1277, 2014.

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**. Brasília: [*s. n.*], 1988.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB 22 - **Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)

BRASIL. **Lei nº 12.651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: [*s. n.*], 2012.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Viseu: Palimage Editores, 2005. 183 p.

CARVALHO, I. P. *et al*. Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico: Identificação de Possíveis Geomorfossítios no Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. livro Geografia Física e as Mudanças Globais. *In*: **XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, Fortaleza, Ceará, 11 a 15 de junho, 2019. Anais [...]. Fortaleza, 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

COSTA-NETO, S. V. **Fitofisionomia e florística de savanas do Amapá**. 2014. Tese (Doutorado) − Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

DANTAS, M. E. *et al*. Geodiversidade e Análise da Paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. **Terra e Didática**, v. 11, n. 1, 2015.

DE OLIVEIRA, F. P. *et al*. Percepção dos extrativistas estuarino-costeiros sobre as práticas e os impactos socioambientais nos manguezais do Nordeste paraense, costa amazônica

brasileira. **Educamazônia** - Educação, Sociedade e Meio Ambiente, v. 18, p. 73-104, 2017.
DE SOUZA, E. B.; CUNHA, A. C. Climatologia de Precipitação no Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. *In*: CUNHA, A. C.; DE SOUZA, E. B.; CUNHA, H. F. A. (Coord.). **Tempo, Clima e Recursos Hídricos**: Resultados do projeto REMETAP no estado do Amapá. Macapá: IEPA, 2010. p. 177-195.
ESPÍRITO SANTO, C. M. **Geoconservação no estado do Amapá**: uma contribuição metodológica do "valor de conservação do solo" para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari. 2018. 190f. Tese (Doutorado em Geografia) − Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.
ESPÍRITO SANTO, C. M.; GUERRA, A. J. T.; SZLAFSZTEIN, C. F. Geodiversidade no médio curso do rio Araguari, Município de Ferreira Gomes -Estado do Amapá. *In*: **WORKSHOP ARTE & CIÊNCIA: REFLEXÃO INTEGRADA NO PERCURSO HISTÓRICO DA PAISAGEM**, 1., 2017, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro, UFRJ, 2017.
ESPÍRITO SANTO, C. M. *et al*. Perspectivas sobre a valorização da Geodiversidade e a Geoconservação na Amazônia. **Caminhos de Geografia**, [*S. l.*], v. 22, n. 82, p. 273-291, 2021. DOI: 10.14393/RCG228256036. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/56036>. Acesso em: 3 nov. 2021.
FREITAS, M. A. P. **Zona Costeira e Meio Ambiente**: aspectos jurídicos. Curitiba: Juruá, 2008.
GRAY, M. **Geodiversity**. Valuing and conserving abiotic nature. Sussex: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.
GRAY, M.; GORDON, J. E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecossystem approach: the contribuition of geoscience in delivering integrate enviromental management. **Proceedings of the geologist's association**, v. 124, p. 659-673, 2013.
JOÃO, X. S. J.; TEIXEIRA, S. G. (Org.). **Geodiversidade do estado do Amapá**. Belém: CPRM, 2016. 138 p.
JÚNIOR, A. P. M.; DE PAULA BARROS, L. F. **Hidrogeomorfologia**: Formas, processos e registros sedimentares fluviais. [*S. l.*]: Bertrand Brasil, 2020.
LEITE, P. F.; VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. Vegetação. *In*: PROJETO RADAM, Folha NA/NB 22 **Macapá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6)
LIMA, M. I. C. *et al*. Geologia. Projeto RADAM. Folha NA/NB. 22-**Macapá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. p. I/3-II/120. (Levantamentos de recursos naturais, n. 6)
LOPES, M. N. G. **Aspectos regionais da variabilidade de precipitação no Estado do Pará**: estudo observacional e modelagem climática em alta resolução. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) − Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
MACHADO D. S. **Impactos Ambientais da Atividade de Bubalinocultura**: Um Estudo de Caso do Distrito de Carmo do Macacoari - Itaubal- Ap. 2007. Monografia (Curso de

Tecnologia em Gestão Ambiental) − Faculdade de Macapá (FAMA), Macapá, 2007.
MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. F. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. *In*: CAVALCANTI, I. F. A. *et al*. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 25-42.
NETO, S. V. C.; SILVA M. S. **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 5. p. 71-100. 1 CD-ROM.
OLIVEIRA, P. C. A; RODRIGUES, S. C. Patrimônio Geomorfológico: Conceitos e Aplicações. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 4, n. 1, p. 73-86, 2014.
PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods, and example of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, 2001.
PEREIRA, L. C. C. A Zona Costeira Amazônica Brasileira: limite e características. *In*: 59ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, Belém, PA - julho/2007. **Anais [...]**. Belém, jul. 2007.
PEREIRA, L. C. C. *et al*. A zona costeira amazônica brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, p. 3-7, 2009.
PEREIRA, P. **Património Geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006. 370f. Tese (Doutorado em Ciências) − Universidade do Minho, Braga, 2006.
PEREIRA, P. *et al*. Vulnerabilidade em património geomorfológico não protegido: o caso do geossítio "Vale do Alto Vez" (Serra da Peneda). *In*: VI CONGRESSO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Coimbra, 2013. **Atas/Proceedings [...]**. Coimbra, 2013. ISBN 978-989-96462-4-7
PEREIRA, P.; PEREIRA, D.; ALVES, M. Avaliação do patrimônio geomorfológico: proposta de metodologia. Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Lisboa, **APgeom**, v. V, p. 235-247, 2007.
PERES, R. N.; SERRUYA, N. M.; VIEIRA, L, S. Levantamento Exploratório de solos. Projeto RADAM. Folha NA. NB. 22 **Macapá**. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, n. 6).
PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico de Pastagens**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1999.
QUARESMA, C. C. *et al*. Erosão remontante em cabeceiras de drenagem e ação antrópica: o caso do córrego Santa Cruzinha, afluente do rio Santo Anastácio–oeste do estado de São Paulo. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 7162-7174, 2017.
RABELO, T. O. **Geodiversidade em ambientes costeiros**: discussões e aplicações no setor sudeste da Ilha do Maranhão, MA-Brasil. 2018. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) − Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 2. p. 05-29. 1 CD-ROM.

SANTOS, V. F. *et al*. Dinâmica Geomorfológica. *In*: SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 3. p. 30-56. 1 CD-ROM.

SANTOS, V. F.; MENDES, A. C.; DA SILVEIRA, O. F. M. **Atlas de Sensibilidade Ambiental a derrame de óleo para a bacia marítima da foz do Amazonas**. [*S. l.*]: MMA/PETROBRAS, 2016. p 1-106.

SANTOS, V. F.; TARDIN, A. T. Tipologia de Solos. *In*: SANTOS, V. F. (Org.). **Diagnóstico Socioambiental Participativo do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/GEA/IEPA/GERCO, 2004. Cap. 4. p. 57-70. 1 CD-ROM.

SILVA, J. P. **Avaliação da Diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade na Amazônia** – aplicação e discussão na bacia hidrográfica do Rio Xingu. 2012. 298f. Tese (Doutorado em Geociências) − Departamento de Geociências, USP, São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-22022013-104907/en.php>. Acesso em: 03 mar. 16.

SILVEIRA, O. F. M. **A Planície costeira do Amapá**: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias. 1998. 215f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

STANLEY, M. Welcome to the 21st century. **Geodiversity Update**, v. 1, p. 1-8, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão nos campos sulinos: arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, 2012.

TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Amapá. *In*: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p 11-40.

TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M.; COSTA, W. J. P. Panorama da erosão costeira - Amapá. *In*: MUEHE, D. (ed.). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. 2. ed. [*S. l.*]: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 761.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO. **Primeira aproximação do zoneamento ecológico econômico do Amapá**. Representação escala 1/1.000.000. Versão simplificada. Macapá: IEPA-ZEE, 1997. 106 p. (Relatório Final)

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4010

PAISAGEM, GEOMORFOLOGIA E OS RISCOS: UMA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

LANDSCAPE, GEOMORPHOLOGY AND RISKS: A GEOGRAPHICAL PERSPECTIVE

PAISAJE, GEOMORFOLOGÍA Y RIESGOS: UNA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

Jorge da Paixão Marques Filho[1]

RESUMO: A paisagem é um conceito chave para diversas ciências, entre as quais, a geográfica e a geomorfológica. Além disso, a compreensão da dinâmica da paisagem é fundamental para vários estudos do meio físico e social, dentre os quais destacamos os riscos. No entanto, a relação explicitada na presente pesquisa necessite de diversas compreensões de outros ramos científicos, a perspectiva geográfica é uma contribuição necessária e essencial. A forma de pensar da ciência geográfica é importante para o entendimento da distribuição espacial dos fenômenos naturais. Assim, os princípios do raciocínio geográfico, os procedimentos como a descrição, a observação e como transpor do concreto para o abstrato, a nível de mapeamento são fundamentais. Neste sentido, o presente artigo objetiva compreender a importância da ciência geográfica sobre a tríade: Paisagem-Geomorfologia-Riscos.

Palavras-chave: Princípios do Raciocínio Geográfico. Pensamento Geoespacial. Riscos Naturais.

ABSTRACT: The landscape is a key concept for several sciences, including geography and geomorphology. Moreover, understanding the dynamics of the landscape is fundamental to various studies of the physical and social environment, among which we highlight risks. However, the relationship explained in this research requires various understandings of other scientific branches, the geographic perspective is a necessary and essential contribution.

1 Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7354-2466. E-mail: marquesfilho.j.p@gmail.com.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

The geographic way of thinking is important for the understanding of the spatial distribution of natural phenomena. Thus, the principles of geographic reasoning, the procedures such as description, observation, and how to transpose from the concrete to the abstract at the mapping level are fundamental. In this sense, this paper aims to understand the importance of geographic science on the triad: Landscape-Geomorphology-Risks.

Keywords: Principles of Geographical Reasoning. Geospatial Thinking. Natural Risks.

RESUMEN: El paisaje es un concepto clave para varias ciencias, como la geografía y la geomorfología. Además, comprender la dinámica del paisaje es fundamental para diversos estudios del entorno físico y social, entre los que destacan los riesgos. Sin embargo, la relación que se explica en esta investigación requiere de varios entendimientos de otras ramas científicas, la perspectiva geográfica es una contribución necesaria y esencial. La forma de pensar de la ciencia geográfica es importante para la comprensión de la distribución espacial de los fenómenos naturales. Así, los principios del razonamiento geográfico, los procedimientos como la descripción, la observación y la forma de transponer de lo concreto a lo abstracto, a nivel de la cartografía son fundamentales. En este sentido, este artículo pretende comprender la importancia de la ciencia geográfica en la tríada: Paisaje-Geomorfología-Riesgos.

Palabras clave: Principios de Razonamiento Geográfico. Pensamiento Geoespacial. Riesgos Naturales.

INTRODUÇÃO

A paisagem é um conceito chave e é essencial para a ciência geográfica e a geomorfológica, principalmente para a compreensão dos diversos elementos que englobam os aspectos físicos e sociais (AB'SABER, 1969; BERTRAND, 1972; GOMES, 2017). O conceito de paisagem, embora seja amplo por seus diversos componentes é associado várias vezes à ciência geomorfológica, como retratado por Ab'Saber (1969), em um dos seus principais artigos.

A paisagem, conforme Goudie e Viles (2010) é onde se ressalta a expressão máxima da topografia, ou seja, as formas de relevo. No entanto, a transformação da paisagem normalmente é associada, na maioria das vezes, às atividades antrópicas, que são o objeto de estudo de diversos órgãos de pesquisa e pesquisadores (IBGE, 2012; SOUZA *et al*., 2020). A necessidade de compreender as modificações da paisagem que repercutem sobre a dinâmica natural, analisando, os principais *drivers* que acentuam, direcionam e motivam as principais mudanças, especialmente no uso e cobertura da terra.

Devido às diversas transformações que a paisagem está submetida por causa da intervenção antrópica, podem ocorrer a aceleração dos processos naturais (PEDROZA, 2012), como a erosão dos solos e os movimentos gravitacionais de massa, especialmente nos ambientes de encostas urbanas (GUERRA, 2011).

Neste sentido, a percepção espacial é uma dimensão fundamental, para a compreensão da disposição do espaço geográfico (GOMES, 2017), especialmente no entendimento do porquê determinados processos naturais ocorrem em diferentes áreas. Assim, os princípios do raciocínio geográfico são conceitos fundamentais sobre o pensar geográfico e são essenciais para compreender-se as relações espaciais.

O raciocínio geográfico é necessário para entender as espacialidades, especialmente sobre a relação entre a paisagem, a ciência geomorfológica e os riscos. Assim, a posição, a localização e a situação são essenciais no entendimento do porquê de cada objeto ou fenômeno está espacialmente disposto (GOMES, 2017).

A presente pesquisa não pretende esgotar as temáticas abordadas, mas fornecer uma ampla reflexão teórico-conceitual. Neste sentido, o presente artigo objetiva compreender a importância da ciência geográfica sobre a tríade: Paisagem-Geomorfologia-Riscos. No qual, no decorrer do estudo foi efetuada uma breve revisão bibliográfica sobre a erosão dos solos, movimentos gravitacionais de massa e os riscos, posteriormente foram feitos alguns exemplos sobre a perspectiva geográfica.

A FUNDAMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DOS PROCESSOS EROSIVOS/ NATURAIS ACELERADOS

A Geomorfologia é a ciência que estuda a forma da superfície terrestre e os seus processos geomórficos (SUMMERFIELD, 2013). De acordo com Bloom (1998), a ciência geomorfológica possui dois objetivos primordiais: a) Organizar e sistematizar a superfície terrestre e b) Compreender as evidências nos quais os processos geomórficos moldaram e moldam a morfologia terrestre.

Entre os conceitos essenciais para a compreensão da ciência geomorfológica, encontra-se a noção de sistemas, conceituada por Fairbridge (1968) como a relação entre objetos no decorrer de um determinado tempo. Assim, podemos ampliar essa abordagem aos sistemas geomórficos, nos quais as formas de relevo resultam dos seguintes fatores condicionantes: a) A atuação do clima e b) A estrutura geológica (FAIRBRIDGE, 1968). Ou seja, a relação entre os processos endógenos e exógenos é sistêmica.

Selby (1993) aprofunda a percepção dos sistemas geomórficos, a partir das encostas e considera que a composição e o relacionamento entre os diversos materiais e processos. Nos quais podemos destacar a litologia, a estrutura geológica (stress e tectônica) e os solos (PEDROZA, 2012), sendo respectivamente a origem e a alteração das encostas pela interação entre a erosão, o intemperismo e a deposição.

Entre os diversos ambientes geomórficos, o presente estudo enfatiza as encostas, nas quais estão relacionadas a diversos fenômenos como a erosão dos solos e os movimentos gravitacionais de massa, especialmente nas cidades. As encostas podem ser conceituadas como espaços físicos que estão localizadas entre os fundos de vale e os topos, nos quais fornecem sedimentos que convergem para o ambiente fluvial (COELHO NETTO, 2013). Além disso, as rupturas presentes nas encostas podem estar associadas a erosão diferencial (GUERRA; GUERRA, 2018).

> As encostas variam bastante em forma, comprimento e declividade, de um local para outro e, algumas vezes, podem variar bastante, num mesmo local. Essas variações devem-se a diferenças geológicas, pedológicas, geomorfológicas e climáticas. (Guerra, 2011 p.16).

No entanto, para o presente estudo, o conceito de encostas urbanas é essencial por fomentar ainda mais a dinâmica dos processos erosivos acelerados. Principalmente na construção das cidades, obras como os aterros e a criação de encostas artificiais por cortes de estradas (GUERRA, 2011). Além disso, nesse momento é que ocorre a principal convergência de material. Outro aspecto essencial é a modificação do uso e cobertura da terra, como a remoção da cobertura vegetal e a pressão demográfica, por meio das edificações (PEDROZA, 2012).

Para os estudos das encostas em geral é necessário compreender os diferentes tipos de erosão como a mecânica que envolve o transporte de material sólido e a química, no caso os materiais que estão dissolvidos (HÉTU, 2003). No entanto, para a compreensão do presente estudo é necessário o entendimento do conceito de erosão, assim como a diferenciação entre a erosão normal ou geológica e a erosão acelerada, ênfase da nossa pesquisa.

A EROSÃO DOS SOLOS NOS AMBIENTES URBANOS

A erosão é um mecanismo fundamental no processo de esculturação do relevo. De acordo com Goudie (2003), a erosão é o processo de remoção da superfície terrestre, a partir dos agentes erosivos exógenos como a água, o gelo e o vento, em sobreposição aos processos endógenos (movimentos crustais e vulcanismo). A erosão normal ou geológica é compreendida como o processo de erosão que ocorre no decorrer de milhões de anos, a partir da integração dos agentes erosivos sobre o arcabouço geológico, sem a intervenção antrópica (GUERRA; GUERRA, 2018). O desenvolvimento das encostas é consequentemente, o principal resultado da denudação (GUERRA, 2011 p.13).

A erosão acelerada, ênfase do presente estudo é compreendida como a celeridade da erosão nas camadas superficiais dos solos, a partir da intervenção antrópica que acentua esse processo (GUERRA; GUERRA, 2018). Ressalta-se que na presente pesquisa, nós nos propusemos a enfatizar somente a erosão acelerada, pela importância desse mecanismo nas situações de riscos. Neste sentido, os mecanismos da erosão ou processos erosivos são atuantes na modelagem das formas de relevo, a partir dos agentes erosivos (GOUDIE, 2003).

Entre os diversos fatores controladores da erosão, nos quais exemplificamos os atributos topográficos, como a inclinação do relevo (ângulo de declividade), a forma/ geometria das encostas, o comprimento de rampa e a rugosidade topográfica. Esses componentes são essenciais no caminho preferencial da erosão e na identificação das principais áreas que ocorrem a remoção de material, os solos.

Nos fatores controladores da erosão (GOUDIE, 2003) ou suscetibilidade geomorfológica (PEDROZA, 2012), podemos destacar a ampla conjuntura que engloba

a litologia, a estrutura geológica, a tectônica, o clima, a vegetação, a hidrografia, o uso e cobertura da terra e a atividade/intervenção antrópica.

Pourgshasemi *et al.,* (2020), a partir de estudos sobre a espacialização das voçorocas, evidencia a importância de diversos fatores, como a litologia, os solos e a distribuição espacial pluviométrica, como mencionados anteriormente por Goudie (2003); Pedroza (2012). No entanto, a altimetria foi desconsiderada por Goudie (2003) e que foi fundamental para Pourgshasemi *et al*., (2020) durante a sua pesquisa. Esses fatores devem ser considerados durante os estudos da dinâmica da erosão acelerada.

Entre os estágios da erosão acelerada, ou melhor, no início dos processos erosivos, destacamos o salpicamento, no qual é o destacamento dos agregados pela ação da energia cinética. Posteriormente ocorre o escoamento superficial e subsuperficial, dando sequência ao ravinamento e considerando, o sucesso das ravinas pode ocorrer voçorocamentos (GUERRA, 2011).

Neste sentido, a compreensão da dinâmica erosiva é importante para a análise, a quantificação e a espacialização de mapeamentos de detalhe. As ravinas são formas erosivas no formato de sulcos, a partir dos processos erosivos (GUERRA; GUERRA, 2018). As voçorocas, conforme conceituado por Guerra (2005) são formadas por processos erosivos, essencialmente acelerados espaço-temporalmente e normalmente com profundidade e largura de 0,5 m.

Além disso, os efeitos de determinados processos erosivos impactam áreas distintas da sua origem, através do que se compreende como os efeitos *Onsite* (No local) e *Offsite* (Fora do local). Especialmente quando consideramos o seu impacto perante a sociedade. Assim, tais efeitos não devem ser desconsiderados nas análises de riscos (GUERRA, 2011).

MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA URBANOS

Os movimentos gravitacionais de massa são definidos como o deslocamento coletivo de materiais pela ação da gravidade, como solos (regolitos), rochas (Guerra, 2011), vegetação (Tominaga; Santoro; Amaral, 2015) em direção a jusante das encostas. Normalmente tais eventos que fazem parte da dinâmica dos processos geomórficos atuantes nas encostas, são acelerados pela ação antrópica, especialmente nos sopés das encostas, através de diversos mecânicos discutidos no decorrer da pesquisa.

A intervenção antrópica tornou-se mais evidente posterior à primeira revolução industrial, durante o século XVIII, no entanto, somente a partir de meados do século XX que esta ação começou a promover debates na sociedade. Visto que a maioria das ciências foram consolidadas no decorrer do século XIX (PEDROZA, 2012).

Devido aos diversos problemas de ocupação nas áreas urbanas, a população de menor poder aquisitivo está localizada nas porções das encostas mais suscetíveis aos movimentos gravitacionais de massa. Normalmente estas áreas não possuem o planejamento adequado para minimizar e evitar acontecimentos que podem ser catastróficos.

Usualmente, as encostas são ocupadas sem o devido planejamento, como a construção de galerias pluviais, nas quais possuam sedimentos na sua parte mais profunda ou nas

redes de esgotos. Na verdade, devido ao intemperismo químico acentuado em algumas regiões no Brasil, torna-se mais fácil a ocupação nas áreas de encostas (GUERRA, 2011).

As ações de ocupação urbana, devido à pressão demográfica estão associadas às transformações de uso e cobertura da terra (PEDROZA, 2012); especialmente no sopé das encostas. A vegetação é removida pela ocupação urbana e a construção de estradas, tornando as encostas desestabilizadas em direção a montante (GUERRA, 2011).

Conforme Guerra (2011), diversas soluções podem ser efetuadas, como a construção de muros de gabião, a partir do material da própria encosta e com mão de obra barata da própria comunidade, o que forneceria uma atividade rentável. Além disso, devido ao espaçamento entre o material presente no muro de gabião, facilitaria o escoamento das águas pluviais, a jusante das encostas.

Existem diversos tipos de movimentos gravitacionais de massa, como os identificados por Fernandes; Amaral (2009); Tominaga; Santoro; Amaral (2015); CPRM (2016). No parágrafo a seguir, elucidamos alguns dos conceitos adotados pelos diferentes autores, no intuito de viabilizar a sua padronização.

Os deslizamentos ou escorregamentos (*landslides)* são movimentos que ocorrem em alta velocidade, no qual possuem o plano de ruptura bem definido, como a circular (ruptura côncava para cima) ou denominado como *slumps,* translacional (ruptura planar) e em cunha (com dois planos de fraqueza). As características morfométricas das encostas englobam amplitude altimétrica e declividade altas, além disso, o deslizamento ocorre em consonância com altos índices pluviométricos (FERNANDO; AMARAL, 2009; TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015; CPRM; 2016).

As corridas ou *debris flow* são movimentos rápidos que envolvem grandes porções de materiais como solos, rochas e troncos de árvores, os sedimentos presentes nesse processo são variáveis, conforme a sua granulometria. O material das corridas é fluido e viscoso, devido ao escoamento superficial, deflagrado por alta pluviosidade. As corridas normalmente são conhecidas como ‘‘enchentes sujas’’ pela alta concentração sedimentológica (FERNANDO; AMARAL, 2009; TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015; CPRM, 2016).

A queda de blocos (*rock fall*) são movimentos rápidos, que ocorrem pela ação da gravidade (queda livre), devido à ausência de superfície de movimentação. Normalmente esses blocos se desprendem de paredões rochosos, falésias e taludes íngremes (FERNANDO; AMARAL, 2009; TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015; CPRM, 2016).

Os rastejos são caracterizados por movimentos lentos em relação aos outros movimentos gravitacionais de massa, normalmente ocorrem em baixas declividades, como nos sopés das encostas (depósito de tálus) e colúvio (Tominaga; Santoro; Amaral, 2015; CPRM, 2016) e associados a encostas convexas (GUERRA, 2011).

NOÇÕES DE RISCOS

O conceito de risco associa-se às noções de incerteza, perigo, prejuízos materiais, econômicos, humanos em função dos processos naturais e/ou relações de trabalho/antrópicas (CASTRO; PEIXOTO; PIRES, 2005). O risco é a possibilidade de ocorrer consequências que prejudiquem ou causem danos, podendo ter a origem natural ou antrópica. De acordo com Pedroza (2012), a definição de risco é a probabilidade de se calcular uma dada perda em relação a eventos catastróficos, em uma determinada porção do espaço geográfico.

O estudo sobre os diferentes riscos necessita da compreensão de duas dimensões complementares: a) Espacial e b) Temporal. A dimensão espacial (fatores permanentes) é o impacto antrópico no meio físico (elementos fixos). A dimensão temporal (fatores desencadeantes), ou seja, como o impacto antrópico ocorre num dado tempo, no meio físico (elementos móveis) (PEDROZA, 2012).

A UNISRD (2013) subdivide o risco em duas categorias: a) Intensos e b) Extensos. Os riscos intensos são fenômenos de grandes proporções como ciclones, terremotos e tsunamis. Os riscos externos decorrem a partir do mau gerenciamento do poder público relacionado à ineficiência do planejamento urbano em disponibilizar áreas impermeáveis, como enfatizado no presente estudo.

Os riscos, conforme Pedroza (2012) também podem ser classificados em três categorias: a) Ambientais; b) Naturais e c) Tecnológicos. O risco ambiental resulta da ocorrência conjunta dos riscos naturais e tecnológicos. Os riscos naturais são definidos pelo grau de estabilidade e instabilidade em relação a um processo natural, nos sistemas ambientais. Os riscos tecnológicos são eventos com grande probabilidade de serem nocivos à vida e que resultam de tomadas de decisão equivocadas para a estrutura produtiva.

Lourenço (2007) considera que os riscos naturais são aqueles no qual em um dado momento, o fenômeno produz danos, sendo de origem natural e os riscos antrópicos, sendo produzidos por origem humana. Nesse aspecto podemos considerar o risco natural associado a fatores naturais que causem consequências negativas em função do meio físico.

Entre alguns dos fatores que causam a maior ocorrência de riscos, devido a atividade antrópica de modificações no uso e cobertura da terra é o desmatamento. Especialmente quando não se compreende a dinâmica do meio físico e a consequência dos processos erosivos, na presente pesquisa, no ambiente de encostas urbanas.

De acordo com Almeida *et al*., (2021) o desmatamento pode ser subdividido como: a) Por corte raso e b) Degradação florestal. O desmatamento por corte raso é definido pela rápida remoção da cobertura florestal em um curto período de tempo e é transformada rapidamente em outras coberturas, como pastagens e áreas de cultivos. Normalmente este processo ocorre pela prática de queimada por latifundiários e/ou comunidades tradicionais.

A degradação florestal ocorre gradualmente, no qual a remoção do material da floresta é por empreendimentos como madeireiras (ALMEIDA *et al*., 2021). Posteriormente a este processo é feita a plantação de vegetações gramíneas, como o capim, para a criação de gados por pastagens e que com o decorrer do tempo remove-se a floresta original, modificando-a por completo.

A IMPORTÂNCIA DA CIÊNCIA GEOGRÁFICA E ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A partir dos conceitos definidos até o presente momento do texto, podemos verificar como os processos erosivos acelerados podem se tornar um risco, especialmente nos ambientes urbanos. Enfatizamos que o risco só ocorre na presença antrópica (PEDROZA, 2012), sendo assim, os processos naturais nas encostas, como a erosão dos solos e os movimentos gravitacionais de massa são dinâmicas geomórficas.

Entre os vários conceitos discutidos, a presença da Geografia é perceptível e indiscutível. Diversos estudos normalmente até mesmo na própria Geografia utilizam autores de outras ciências, na construção de várias pesquisas e não enfatizam as matrizes tradicionais da ciência geográfica. Obviamente, não se deve reduzir a apenas um campo do saber todas as fundamentações, mas é necessário se utilizar do conhecimento geográfico, que diferencia a nossa compreensão sobre os diversos fenômenos no espaço geográfico.

Neste sentido, o presente estudo se propõe a debater alguns conceitos que são fundamentais para a compreensão da tríade Paisagem, Geomorfologia e Riscos sobre a perspectiva geográfica. A partir dos conceitos de observação, descrição e a utilização de critérios para a classificação e constituição de mapas, através de dois exemplos hipotéticos.

A observação e a descrição na Geografia são etapas complementares. O ato de observar, a partir da visibilidade geográfica considera três elementos fundamentais (GOMES, 2013): a) Ponto de vista; b) Composição e c) Exposição, que são essenciais nas relações espaciais.

O ponto de vista é originário entre a relação do observador e o observado, resultando na multiplicidade de observações, sobre distintos pontos (GOMES, 2013; 2016). A composição pode ser definida no qual, um objeto só é compreendido, de forma sistêmica, nesse caso, a articulação entre as partes e o todo, sendo um sistema de posição (GOMES; 2013; 2016).

A exposição exibe posição de exterioridade, nos quais os objetos ocupam a posição de exibição ou omissão (GOMES, 2013; 2016). A descrição é a etapa posterior do processo metodológico de observação e é fundamental na apresentação da cena ou imagem em composição espacial e é normalmente aplicada, de forma explicativa (DARBY, 1962).

Tomamos como exemplo, o processo de ravinamento, a montante de uma encosta hipotética. A partir dos conceitos abordados no parágrafo anterior, para o estudo de uma dada ravina é necessária a observação, de diferentes perspectivas para se entender a sua dinâmica. De acordo com o meio físico, numa perspectiva geossistêmica e assim, entender o que fez com que esse processo ocorresse nessa posição. Considerando todos os elementos espaciais, buscando através da experiência de campo, explicar e especular as suas possíveis origens.

A partir desse exemplo na encosta hipotética, podemos buscar compreender qual o efeito de ocorrer a evolução dessa ravina para uma voçoroca, a jusante da encosta? Considerando o efeito *Onsite* e *Offsite* nessa encosta e que de acordo com a sua forma, pode convergir em direção ao corte de estrada, no caso das encostas artificiais. Além disso, pode compor material para os colúvios pré-existentes nas encostas e que podem

ser mobilizados a posterior. Pode-se perceber que a explicação é fundamentada no pensamento geográfico, a partir desse exemplo podemos entender a importância dessa abordagem na nossa pesquisa.

Após a compreensão do fenômeno abordado anteriormente, consideramos outro exemplo, no caso, diversas cicatrizes de movimentos gravitacionais de massa, na mesma encosta hipotética, o que torna necessário a realização de mapas de riscos. Nos propomos a considerar nessa situação, os conceitos de inscrição e referência circulante para propor o mapeamento do fenômeno, ou seja, o concreto para o abstrato (papel).

A representação do concreto para o abstrato e posteriormente ao papel, conforme Latour (2001) é definida pelo conceito de inscrição que é retratado como a relação entre o concreto que é convertido ao abstrato, pela coleta de dados e ulterior comparação e classificação. Embora isso resulte na redução do real, devido à prática de generalizações, possibilita a compreensão dos dados e nesse sentido, o conhecimento não é necessariamente uma recriação, mas reducionismo, ou melhor, um mundo interior real que é coerente.

Latour (2001) expõe outro conceito fundamental para a nossa pesquisa, a referência circulante que pode ser compreendida como o retorno das etapas anteriores, descritas no conceito de inscrição. O conceito de referência exposto é cíclico, ou seja, pode ser analisado e compreendido das extremidades iniciais e finais. A referência torna possível rastrear, do mundo para a linguagem, nas diversas etapas, de produzir, não a afastando de construir, traçar e conduzir a verdade.

Especialmente para o ambiente de mapeamento atual por geógrafos, através dos sistemas de informação geográfica que Pedroza (2012) aborda como fundamentais a confecção de mapas de riscos. Os conceitos de inscrição e referência circulante são essenciais para compreender todas as etapas de construção daquele mapa, como a fonte de dados por imagens orbitais ou onde efetuar a coleta em campo. Além disso, o critério utilizado para classificar aquelas cicatrizes de movimentos gravitacionais de massa, ou efetuar a predição do risco. Podendo-se assim, entender todas as etapas do estudo e compreender todo o processo de mapeamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A paisagem como herança, combinação e composição é essencial para a compreensão de diversos processos geomórficos nas encostas, no qual diversas vezes, devido as intervenções antrópicas e a própria presença antropogênica, causam riscos. Especialmente onde a população, devido a pressão demográfica é cada vez mais presente nas encostas, o que potencializa a erosão dos solos e os movimentos gravitacionais de massa nos ambientes urbanos.

Embora ocorram diversas análises sobre os riscos, que envolvem os processos geomórficos, não abordam os conceitos tradicionais geográficos, desde de os princípios do raciocínio geográfico, para entender o porquê do processo está localizado numa determinada área, a observação e descrição para entender a composição espacial e explicá-

la. Por fim, a partir dos conceitos de inscrição e referência circulante, compreender a confecção e o processo de mapeamento, no estudo, os mapas de riscos.

O intuito desse estudo não foi considerar a Geografia como a única capaz de compreender adequadamente a tríade Paisagem. Geomorfologia e os Riscos, mas sim propor um resgate a essa abordagem espacial e que contribua com a redução dos riscos no cenário nacional.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ALMEIDA, C. A.; MAURANO, L. E. P.; VALERIANO, D. M.; CÂMARA, G.; VINHAS, L.; GOMES, A. R.; MONTEIRO, A. M. V.; SOUZA, A. A. A.; RENNÓ, C. D.; SILVA, D. E.; ADAMI, M.; ESCADA, M. I. S.; MOTTA, M.; AMARAL, S. **Metodologia para monitoramento da floresta usada nos projetos PRODES e DETER**. São José dos Campos: INPE, 2021.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra,** São Paulo. Instituto de Geografia – USP, n. 13, São Paulo, 1972.

BLOOM, A. L. **Geomorphology.** A systematic analysis of late Cenozoic landforms. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES, G. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, n. 28 (2), Rio de Janeiro, p. 11-30, 2005

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org), **Geomorfologia:** uma atualização de bases conceitos. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93-144, 2013.

CPRM. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: 1:25.000 (livro eletrônico): nota técnica explicativa. 1. ed, 2016.

DARBY, H. C. The problem of geographical description. **Transactions of the Institute of British Geographers**, n. 30, p. 1-14, 1962.

FAIRBRIDGE, R. W. **The encyclopedia of geomorphology**. 1. ed. New York: Reinhold Book Corp, 1968.

FERNANDES, N. F; AMARAL, C.P. Movimentos de Massa: uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Org) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 123-194. 2009

GOMES, P. C. C. **Quadros Geográficos**: uma forma de ver, uma forma de pensar. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017,

GOMES, P. C. C. Rio de Janeiro, a cidade dos múltiplos mirantes. **Espaço Aberto (UFRJ)**, v. 5, p. 9-26, 2016.

GOMES, P. C. C. Visibilidade e espacialidade. *In*: GOMES, P. C. C. **O lugar do olhar**: elementos para uma geografia da visibilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 5-27. 2013.

GOUDIE, A.; VILES, H. **Landscapes and geomorphology**: a very short introduction. 1. ed. OUP Oxford, 2010.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

GUERRA, A. J. T. Encostas urbanas. In.: GUERRA, A. J. T. (Org), **Geomorfologia Urbana**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 13-39, 2011.

GUERRA, A. J. T. Experimentos e monitoramento em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 16, p. 32-37. 2005.

HÉTU, B. Uma geomorfologia socialmente útil: os riscos naturais em evidência. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC, ano 02, n.3, p. 83-94, 2003.

IBGE: **Manual técnico de uso e cobertura da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2012.

LATOUR, B. Amostragem do Solo da Floresta Amazônica. In: Latour, B. **A Esperança de Pandora**. Editora Bauru: EDUSC, 2001.

LOURENÇO, L. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Territorium**, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, n. 14, p. 109-113, 2007.

PEDROZA, A. S. O geógrafo como técnico fundamental no processo de gestão dos riscos naturais. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v.32, n.1, p. 11-30, 2012.

POURGSHASEMI, H. R.; Sadhasivam, N.; Kariminejad, N.; Collins, A. L. Gully erosion spatial modelling: Role of machine learning algorithms in selection of best controlling factors and modelling process. **Geoscience Frontiers** v. 11, p. 2207-2219, 2020.

SOUZA JR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFT, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIEIRA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, MDPI, v. 12, 2020.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2. ed. Oxford University Press, Oxford, 1993.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**: An introduction to the Study of Landforms. 2. ed. Longman: Scientific & Technical, 2013.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **From Shared Risk to Shared Value** - The Business Case for Disaster Reduction. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, 2013. Disponível em: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/33013>. Acesso em: 22/01/2021.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4011

VULNERABILIDADE À COVID-19: ANÁLISES ESPACIAIS A PARTIR DA REGIÃO METROPOLITANA DE SOBRAL-CE (RMS)

VULNERABILITY TO COVID-19: SPATIAL ANALYSIS FROM THE METROPOLITAN REGION OF SOBRAL-CE (RMS)

VULNERABILIDAD AL COVID-19: ANÁLISIS ESPACIAL DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SOBRAL-CE (RMS)

Larissa Ingrid Marques Linhares[1]
Jander Barbosa Monteiro[2]
Ana Paula Pinho Pachêco Gramata[3]

RESUMO: Além da grande mudança na dinâmica das cidades, a COVID-19 desencadeou inúmeros desafios no que tange à compreensão da lógica de disseminação do vírus. Com isso, o artigo realiza análises a partir da vulnerabilidade associada à COVID-19 em Sobral e em sua região metropolitana, considerando o recorte temporal de 2020. Foram selecionadas variáveis/indicadores para geração de produtos gráficos e cartográficos, subsidiando uma análise espacial sobre a vulnerabilidade dos municípios pertencentes à RMS. Sobral claramente exerceu seu papel polarizador ao disseminar informação e atrair investimentos para melhorias dos equipamentos de saúde, assim, atendendo os casos de maior complexidade. A disseminação do vírus também obedeceu a essa lógica polarizadora quando os casos nos municípios circunvizinhos ocorreram semanas após o grande aumento de casos na Metrópole, indicando que tal cidade possivelmente contribuiu com essa disseminação. Quanto à vulnerabilidade e sua multidimensionalidade, as análises permitiram avaliar como tais municípios que compõem a RMS foram acometidos, indicando diferentes interpretações a partir das variáveis consideradas.

Palavras-chave: COVID-19. Vulnerabilidade. Análise Espacial.

ABSTRACT: In addition to the great change in the dynamics of cities, COVID-19 has triggered numerous challenges regarding the understanding of the logic of dissemination

1 Mestre em Geografia. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas – UFRN. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9150-2783. E-mail: larissamarkes275@gmail.com.
2 Doutor em Geografia. Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará. Professor Adjunto da Universidade Estadual Vale do Acaraú. ORCID:https://orcid.org/0000-0003-0086-6923. E-mail: jander_monteiro@uvanet.br.
3 Doutora em Geografia. Professora Adjunta da Universidade Estadual Vale do Acaraú. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3014-8922. E-mail: ana_pacheco@uvanet.br.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

of the virus. The article analyzes the vulnerability associated with COVID-19 in Sobral and the Metropolitan Region, considering the 2020 time frame. Variables/indicators were selected for the generation of graphic and cartographic products, supporting a spatial analysis on the vulnerability of the municipalities belonging to the RMS. Sobral clearly played a polarizing role, disseminating information, attracting investments, improvements in health equipment and meeting the most complex cases. The spread of the virus also followed this polarizing logic, when the cases in the surrounding municipalities occurred weeks after the boom of cases in the Metropolis, indicating that it possibly contributed to this dissemination. Regarding vulnerability and its multidimensionality, the analyzes allowed us to evaluate how these municipalities that make up the RMS were affected, indicating different interpretations from the variables considered.

Keywords: COVID-19. Vulnerability. Spatial Analysis.

RESUMEN: Además del gran cambio en la dinámica de las ciudades, el COVID-19 ha provocado numerosos desafíos con respecto a la comprensión de la lógica de propagación del virus. El artículo analiza la vulnerabilidad asociada al COVID-19 en Sobral y la Región Metropolitana, considerando el marco temporal de 2020. Se seleccionaron variables/indicadores para la generación de productos gráficos y cartográficos, subsidiando un análisis espacial sobre la vulnerabilidad de los municipios pertenecientes a la RMS. Sobral ejerció claramente su papel polarizador, difundiendo información, atrayendo inversiones, mejorando los equipos de salud y tratando casos más complejos. La propagación del virus también siguió esta lógica polarizadora, cuando los casos en los municipios alrededor de Sobral ocurrieron semanas después del "boom" de casos en la Metrópolis, lo que indica que posiblemente contribuyó a esa propagación. En cuanto a la vulnerabilidad y su multidimensionalidad, los análisis permitieron evaluar cómo fueron afectados estos municipios que integran la RMS, indicando diferentes interpretaciones a partir de las variables consideradas.

Palabras clave: COVID-19. Vulnerabilidad. Análisis Espacial.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a sociedade sempre esteve propícia às situações de risco, desde a invenção do fogo, ainda em seu estado nômade, nas primeiras organizações tribais e, consequentemente, nos avanços posteriores em que se submeter ao risco era inevitável. Por isso, enquanto ciência, a Geografia busca compreender a realidade em que o ser humano está inserido. Assim, suas possibilidades de abordagens trazem consigo elementos que permitem um olhar sobre a sociedade, além da natureza, seja de forma particular ou até mesmo em uma perspectiva conectada/integrada.

Historicamente, as significativas alterações na paisagem, as degradações ambientais, além da industrialização desenfreada, acabaram por interferir na qualidade de vida da sociedade e

contribuir para criar zonas de instabilidades, desencadeando eventos cada vez mais frequentes e preocupantes. Destaca-se, por exemplo, o desmatamento, as mudanças climáticas, entre outras problemáticas que vem alterando a dinâmica físico-natural do planeta, o que proporciona circunstâncias perigosas ao ser humano e expõe a sociedade a riscos diversos.

Recentemente, inúmeros cientistas alertam constantemente sobre a relação que o homem desenvolve com a natureza ao degradar localidades inóspitas e expor organismos/vírus que nunca tiveram contato com o ser humano e que representam um risco para a saúde. Assim, levantando hipóteses de que a ocorrência de Epidemias/Pandemias, como aquela associada à COVID-19, estaria direta ou indiretamente relacionadas à degradação desses ambientes. Pois, ao levar em consideração o modo de vida da sociedade contemporânea, percebe-se que essa relação coloca o homem em uma situação de maior exposição ao risco com o passar do tempo.

Dessa forma, é notório que doenças infectocontagiosas trazem consigo uma série de problemáticas, algumas ainda desconhecidas, com capacidade letal e que acarretam malefícios inimagináveis, tanto no que diz respeito aos bens materiais, como na qualidade de vida da população. Contudo, evidencia-se que as epidemias sempre existiram e a sociedade não está isenta de ser acometida com uma nova proliferação de vírus ou bactérias, o que motiva uma série de precauções a serem tomadas em pequeno e longo prazo.

Assim, deve ser entendível que, por mais que todos estejam literalmente em risco, os contextos nos quais as sociedades estão inseridas e o grau de exposição ao risco varia, principalmente em virtude da vulnerabilidade que se apresenta como um elemento fundamental ao interferir de forma considerável na "equação" do risco. Dessa forma, a pandemia associada à COVID-19 abriu espaço para inúmeros posicionamentos e questionamentos, inclusive possibilitou que inúmeras áreas do conhecimento pesquisassem e buscassem compreender a origem do vírus (ainda em análise), a fim de perceber seus impactos sociais e econômicos. Nesse sentido, o contexto da mensuração do risco e da vulnerabilidade tornaram-se bastantes perceptíveis.

Ao tratar sobre a COVID-19, essa é caracterizada como uma doença respiratória, com sintomas bem parecidos com o da gripe comum. Todavia, os agravamentos podem variar entre insuficiência respiratória, complicações cardíacas e outras condições ainda desconhecidas. Para além dos sintomas, cabe também analisar e refletir sobre outras questões relacionadas, por exemplo, a velocidade com que o vírus foi disseminado em diferentes porções do território e como afeta diferentes grupos populacionais. Assim, procurando desvendar informações relevantes para a compreensão do risco no qual determinadas localidades e populações são submetidas, bem como para a tomada de medidas mitigatórias.

Por esse ângulo, os estudos de vulnerabilidade no âmbito da ciência geográfica trazem elementos primordiais para análises que possam contemplar os aspectos físicos e humanos/sociais, compreendendo perspectivas e abordagens preocupadas em analisar, prever e prevenir eventos que possam afetar de maneira danosa a sociedade. Com isso, essa abordagem traz elementos que sustentam um novo parâmetro geográfico, a chamada geografia socioambiental.

Tal perspectiva possibilita compreender a importância de estudar as áreas de riscos e vulnerabilidades com ênfase, por exemplo, na disseminação da COVID-19. Esse direcionamento busca perceber como o vírus foi se alastrando e deixando de ser apenas um surto para se tornar uma pandemia, o que provocou diversas mortes e infectou inúmeros habitantes em muitas localidades do globo. Por isso, deve-se ressaltar que o vírus obedece a uma lógica geopolítica, na qual as curvas de contaminação seguem pontos de ligação econômica e fluxos de pessoas.

Em uma ênfase local, ao analisar os focos/epicentros de contágio, as taxas de contaminação e aquelas (es) áreas/localidades/habitantes mais acometidos (as), observa-se um destaque significativo para as metrópoles, em especial as grandes como: Fortaleza, Manaus, São Paulo, dentre outras capitais em que os números de casos foram elevados na primeira onda e a curva de contaminação e vítimas teve grande representatividade. No entanto, mesmo em cidades médias como Sobral, além dos municípios que compõem sua região metropolitana, contemplados nas análises realizadas nessa pesquisa, observa-se que também contém altas taxas de contaminação, ganhando forte repercussão a nível regional.

Dessa forma, é importante questionar: onde se localizaram as maiores taxas de incidência dos casos nos municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral? Que fatores podem ter contribuído para uma maior disseminação de casos e óbitos em tais municípios? Como avaliar a vulnerabilidade a partir de variáveis específicas passíveis de espacialização? Que variáveis considerar? Enfim, essas e outras questões são aqui consideradas, a fim de apresentar os verdadeiros problemas da pesquisa que norteiam as análises realizadas adiante. Ademais, vale destacar que existem diversos fatores complexos que alicerçam tal investigação, com inúmeros enfoques que devem ser ressaltados e considerados, os quais podem representar um grande desafio do ponto de vista analítico.

Com isso, o objetivo deste artigo é avaliar a vulnerabilidade associada à COVID-19 na Região Metropolitana de Sobral, a partir de variáveis/indicadores representados em produtos cartográficos, de forma especializada, considerando o recorte temporal do ano de 2020, ano em que a Pandemia tomou proporções alarmantes no Brasil, em especial na primeira onda, quando a população ainda não estava vacinada.

A VULNERABILIDADE COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE

Em análise geral, Mitchel (1989) acredita que a vulnerabilidade se tornou um conceito essencial na abordagem dos riscos e perigos para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação das consequências dos desastres nas diversas escalas de análise (local, regional, nacional, global). Por isso, a vulnerabilidade e sua necessidade de mensuração, em seu arcabouço teórico-metodológico, apresentam estratégias, medidas e causas. Ademais, para Cutter (1996), a ciência da vulnerabilidade se concentra em três áreas temáticas principais: as contradições e confusões no significado do termo, sua medição e suas causas espaciais.

Ao buscar definições concretas e claras sobre a vulnerabilidade, pode-se encontrar na literatura uma ampla discussão, porém sem consenso sobre a real definição/aplicação, sendo assim, os inúmeros contrapontos dificultam uma definição clara e objetiva. O que se encontra com maior "presença" são definições como medida, potencial, mensuração e grau da perda. Todavia, tais discussões não esmiúçam questionamentos sobre qual perda estão se referindo. Portanto, Cutter (1996) levanta essas questões: quem é/está vulnerável? Vulnerável a que processo? E em funções de quais condições socioambientais?

Já para Linhares *et al*. (2021), os estudos de vulnerabilidade, independentemente das diferentes abordagens empregadas, geralmente se baseiam na análise de possíveis danos, ou seja, na propensão de sofrer danos, muitas vezes construindo índices que permitam, mesmo com algumas doses de subjetividade, categorizar a vulnerabilidade de forma objetiva.

Seguindo tal raciocínio, quando se busca compreender a vulnerabilidade no contexto da pandemia associada à COVID-19, devem ser consideradas alternativas que busquem analisar a vulnerabilidade em determinadas áreas e populações. Posto isso, que variáveis e indicadores se deve considerar na avaliação da vulnerabilidade? Tal indagação revela um grande desafio escamoteado na complexidade dessa análise, visto que a vulnerabilidade pode ser visualizada em diferentes perspectivas, incluindo os aspectos econômicos, sociais, históricos e políticos.

Ao se discutir o conceito de vulnerabilidade, notam-se diversos elementos e abordagens serem considerados. Dessa forma, a vulnerabilidade está presente em todas as escalas sociais, em diferentes proporções e formas, alicerçando um leque de possibilidades de regeneração e adaptação. Com isso, é possível destacar algumas de suas abordagens e como a vulnerabilidade, a mensuração, a metodologia e cartografia podem auxiliar nessas análises.

De acordo com Vasconcelos & Frias (2017) e Lana *et al*. (2020), no Sistema Único de Saúde (SUS), o mapeamento realizado contribui na tomada de decisão em vigilância de saúde, especificamente no direcionamento de recursos financeiros, tanto de materiais, quanto de profissionais para acompanhamento dos casos graves e mais necessitados de intervenção na saúde pública. Por isso, as geotecnologias são aliadas dos sistemas de saúde no mundo e no Brasil.

Assim, esses recursos geotecnológicos são importantes veículos de informações sobre saúde, inclusive no âmbito da epidemiologia, apresentando, por exemplo, índices e incidências de doenças. Com base nessas informações, pode-se afirmar que, no Brasil, a introdução dessas tecnologias subsidia estados e municípios em relatórios e mapeamentos para auxiliar nas tomadas de decisão e medidas de prevenção para combater a pandemia.

Ademais, a utilização desses mecanismos proporcionou melhorias em muitos aspectos, principalmente no acompanhamento da evolução, contenção e prevenção do vírus. Para Cabral *et al.* (2020), as evidências geoespaciais e os dados de mortalidade acerca da COVID-19, geradas de forma isolada e associadas a outras técnicas e sistemas de informação geográfica, contribuíram para um conjunto de ações de suporte, tomada de decisão, definição de estratégias e prioridades por parte dos setores de vigilância epidemiológica.

Na busca de avaliar a vulnerabilidade associada à COVID-19, no âmbito dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral, alguns indicadores e variáveis

foram aqui definidos, no intuito de trazer um panorama intermunicipal. Claro que inúmeras outras variáveis, geralmente utilizadas nos estudos de vulnerabilidade, poderiam ser aqui consideradas. Contudo, nem todas essas informações/variáveis se encontram disponíveis. Assim, utilizaram-se apenas aquelas informações acessíveis e passíveis de mensuração.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A vulnerabilidade foi analisada a partir da seleção de algumas variáveis passíveis de investigação, que apresentassem possibilidades de espacialização a partir de um tratamento por meio do geoprocessamento. Por isso, embora inúmeras outras variáveis pudessem ser elencadas no intuito de melhor compreender a vulnerabilidade associada à COVID-19, a ausência ou indisponibilidade de algumas informações inviabilizaram a seleção dessas.

Inclusive, tal ausência/indisponibilidade de informações influenciaram na escolha e definição da variável "transparência", visto que os dados encontrados seriam o subsídio necessário para o levantamento do material cartográfico. Assim, um dos primeiros produtos diz respeito justamente a essa variável, visto que o acesso à informação, nesse caso específico, torna-se fundamental na adoção de medidas emergenciais e de mitigação.

Ademais, a variável "foco de contágio" foi definida a partir da concentração dos números de casos nos municípios que compõem a RMS. Assim, os dados levantados ofereceram bases para avaliar em qual município estava concentrado os maiores e menores números de casos.

A variável "grupo de risco" foi escolhida em virtude do perfil dos acometidos em 2020, ainda no início da Pandemia. Afinal, essa fase da pandemia se caracterizava por vitimar especialmente os idosos acima de 60 anos, como também pessoas com comorbidades. Contudo, não foi possível mensurar esse último grupo, assim, considerou-se apenas o público acima de 60 anos, considerando que tal aspecto corresponderia a um indicador de vulnerabilidade.

A variável "atendimento especializado" permitiu mensurar o quanto que os municípios da Região Metropolitana de Sobral estavam correlacionados à sede Sobral. Uma vez que essa detinha, na época, praticamente toda a rede especializada de saúde, necessária para os atendimentos de pessoas com casos mais graves, em especial aqueles que necessitavam de internação e UTI.

Para identificar e avaliar as localidades e municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral mais vulneráveis a pandemia do SARS COV-2, foram associados aos SIG, as técnicas de representação espacial, também com métodos estatísticos que contribuíram para revelar padrões relacionados a localização dos vizinhos próximos. No caso, o Índice de Autocorrelação Espacial, com modelos de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), permitiu identificar dependências de autocorrelação e o local (MORAN I), além de explorar o grau de dependência espacial, com o tipo de covariância espacial entre os polígonos, e o global (GI e GI*), baseada na em estimativa da primeira ordem, como um tipo de estimador de médias móveis.

Os cruzamentos ocorreram nos *softwares* QGIS 3.10, na ferramenta Grass 7,6 na função *Spatial Autocorrelation Map* e para os casos de averiguação dos dados e

parâmetros usados permitindo um nível de acurácia e veracidade, foi utilizado o software GeoDa, que permite cruzamento de mais variáveis, além da possibilidade do teste de pseudo significância, que permite gerar uma variedade de cruzamentos de atributos associados a distribuição espacial. Para a ordem de contiguidade, foi utilizado o método *queen*, também conhecido como vizinhos próximos e matriz de proximidade espacial.

Esses cruzamentos foram utilizados para determinar os agrupamentos de casos confirmados em diferentes municípios, identificando como foram afetados pela pandemia e, assim, entender a relação de vulnerabilidade entre os indicadores estabelecidos nessa pesquisa.

Além disso, esses critérios usaram a análise espacial para calcular a autocorrelação entre os indicadores como: grupo de risco, transparência, atendimento especializado e focos de contágio na área da Região metropolitana de Sobral. Contudo, mesmo com as limitações e dificuldades de acesso à informação, alguns produtos cartográficos permitiram detalhar algumas variáveis passíveis de mensuração, no intuito de avaliar a vulnerabilidade dos municípios frente à pandemia da COVID-19.

Variáveis consideradas nas análises

No intuito de analisar a vulnerabilidade associada à disseminação e efeitos da COVID-19 nos municípios que compõem a Região Metropolitana, foram considerados alguns indicadores e variáveis (Figura 1), nos quais possibilitam avaliar (a partir do uso do geoprocessamento) diferentes aspectos associados aos impactos da pandemia a nível de município e Região Metropolitana. Dessa forma, também se compreende o importante papel que a metrópole Sobral exerce enquanto cidade média ao centralizar as principais ações que envolvem medidas de mitigação dos impactos, prevenção e assistência médica. Uma vez que concentra a maioria dos leitos de UTI que tratam dos casos que envolvem maior complexidade, além de disponibilizar uma rede de assistência mais especializada do que os municípios circunvizinhos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Variáveis e indicadores considerados na análise espacial.

Claro que, no âmbito da vulnerabilidade, outros fatores poderiam ser considerados como, por exemplo, aqueles voltados às questões sociais ou até mesmo pontos de maior aglomeração. Contudo, tal análise seria envolta de muita subjetividade, o que dificultaria a interpretação de forma assertiva. Ademais, assim como pesquisadores e especialistas já afirmaram, o vírus não escolhe classe social, embora se pode afirmar que pessoas em situação de vulnerabilidade social poderiam encontrar maiores dificuldades de responder positivamente diante de um evento adverso.

Assim, as variáveis e os indicadores aqui elencados foram escolhidos a partir da disponibilidade de dados para mensuração, bem como possibilidade de representação gráfica e cartográfica que permitissem análises no âmbito da Região Metropolitana de Sobral.

Grupo de risco

Dados promulgados pelo Ministério da Saúde (2020) e já confirmados pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) evidenciam que a mortalidade associada à COVID-19 acomete preferencialmente idosos acima de 60 anos e pessoas com doenças crônicas peculiares, que variam desde o diabete até doenças respiratórias crônicas. Assim, a primeira variável a ser considerada inclui aqueles que integram esse grupo de risco acima de 60 anos nos municípios que compõem a Região Metropolitana, face ao quantitativo de população de cada um (em termos proporcionais).

Tal número foi cruzado com outra informação, a de óbitos por COVID-19 em cada município. Infelizmente, não são divulgadas a idade dos pacientes que vieram à óbito, bem como das pessoas internadas que possuíam essa idade. Contudo, sabe-se que esse, acima de 60 anos, era o perfil predominante de pacientes internados em estado grave e que vieram a óbito na primeira onda do vírus.

Vale salientar que, embora a presença de comorbidade também represente uma importante variável no intuito de avaliar a vulnerabilidade, tal levantamento é inviável, visto que representa um dado que não se pode obter de forma concreta (no máximo seria possível levantar uma estimativa). Assim, optou-se aqui por considerar apenas o grupo de idosos acima de 60 para avaliar tal indicador (grupo de risco).

Já o cruzamento dos dados acima mencionados foi representado de forma quantitativa, pela variável visual tamanho, optando por legenda com propriedade pontual, na qual cada tema é representado por círculo de cores divergentes para melhor seletividade da informação. Com isso, optou-se também por inserir as estradas federais, no intuito de visualizar a circulação para atendimento de saúde.

Transparência

Outro importante indicador explorado diz respeito à transparência dos municípios com relação ao acesso à informação associada à COVID-19. Em atendimento a lei 13.979 de 6 de fevereiro de 2020 - que dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de

saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019 - e o decreto 10.212, de 30 de janeiro de 2020, os Estados e municípios passaram a divulgar os boletins epidemiológicos, no intuito de manter sempre a população informada sobre os casos e óbitos, afim de construir estratégias de enfrentamento da pandemia.

Embora tal informação seja de grande relevância para a população, nem todos os municípios divulgam abertamente as informações acerca do número de óbitos e casos confirmados. Assim, munidos dessas duas variáveis, foi avaliada a transparência dos municípios na disponibilização mensal dos casos de COVID-19, considerando o ano de 2020. Tal acesso à informação foi avaliada a partir de uma escala de transparência, observando o acesso à informação nos principais canais oficiais dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral, a citar: redes sociais (Facebook e Instagram) e sites oficiais das Prefeituras. Por fim, foi produzido um conteúdo cartográfico no qual evidencia os municípios da região metropolitana e suas respectivas classificações mediante uma escala de transparência.

Na organização do dado, foi representado de forma ordenada, com variável visual de cores divergentes, favorecendo a visualização do dado de forma seletiva. O critério para elaboração da legenda de escala de transparência, conforme os meses de divulgação de dados (10 meses), foi elencado de zero a dez, redistribuído em cinco classes no modo quantil, com as seguintes categorias: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Atendimento especializado

O SARS-COV-2 ou COVID-19 tem como principal sintoma a infecção crônica pulmonar e, consequentemente, a demanda por respiradores tende a aumentar (OMS, 2020). Todavia, as demais condições da capacidade de instalação e acesso a esses equipamentos parte do pressuposto da distância da população às unidades de pronto atendimento (BENEVENUTO *et al.*, 2019, PEREIRA *et al.*, 2020). Assim, esse indicador parte do acesso aos equipamentos de saúde que disponibilizam atendimento especializado voltado à COVID-19, em especial aqueles que apresentam leitos de UTI.

Nesse caso, como o estudo engloba a cidade de Sobral e sua Região Metropolitana, foram considerados também aqueles que chegam em Sobral na procura de atendimento mais especializados. Assim, procuram os hospitais que possuem leitos para internação de pacientes acometidos com a COVID-19, o caso do Hospital Regional Norte, Hospital de Campanha, Hospital da UNIMED etc.

Com isso, foi produzido outro conteúdo cartográfico que considera e avalia a distância intermunicipal para com a sede de Sobral - responsável por concentrar os atendimentos de maior complexidade - pois, acredita-se que tal variável também se constitui como um indicador de vulnerabilidade. Sendo assim, as localidades mais distantes podem encontrar dificuldades de acesso em casos mais graves que necessitam de pronto atendimento.

Para elaboração do mapa, foi usado dois tipos de representação, quantitativo com modo de implementação pontual (dados de internações) e ordenado com modo de implementação zonal (número de habitantes). As variáveis visuais são respectivamente

tamanho e valor. Para o fluxo de atendimento a partir dos dados de deslocamento de atendimentos, foi aplicado o recurso do Grass 7.6, função *r.flow*.

Focos de contágio

Outro ponto a ser considerado na análise diz respeito a proximidade das áreas afetadas ou com o maior número de casos, como também a relação existente entre municípios. Tal correlação foi investigada a partir do método Lisa, para produção de conteúdo cartográfico. Assim, considera-se aqui alguns indicadores como autocorrelação espacial dos municípios (considerando o número de casos), o número de habitantes infectados pela COVID-19 em comparação à população absoluta, além do número de óbitos por COVID-19. Além disso, deve ser considerado a precária testagem da COVID-19, limitados somente aos casos mais graves e consequentemente o número de hospitalizados, denotando subnotificação dos infectados (PRADO *et al.*, 2020).

Os produtos gerados para esse tópico, devido ao excesso de informações, foram distribuídos da seguinte forma: representação quantitativa com modo de implementação pontual para os dados números de casos, número de habitantes e número óbitos, com variável visual tamanho com variação de cores e ordenado com modo de implementação zonal para número de internações, com a variável visual valor.

Mensuração da vulnerabilidade

Após levantar e cruzar os dados dos mapas temáticos gerados, foram aplicadas a estatística de Moran (local e global), agrupados a cada dois, até o resultado dos indicadores estabelecidos que permitem compreender a autocorrelação espacial entre os municípios vizinhos próximos. Após os resultados, foi realizado mais um conjunto de cruzamentos de dados entre os indicadores, resultando em um mapa de vulnerabilidade.

O método estatístico de autocorrelação espacial, escolhido para analisar os dados coletados, investiga a correlação espacial entre áreas vizinhas. O pressuposto é que os dados espaciais, que estão mais próximos uns dos outros, supostamente estão mais correlacionados do que os que estão mais distantes.

Assim, foi confeccionado um último produto cartográfico que permitiu mensurar e evidenciar a vulnerabilidade (conforme os critérios escolhidos) a nível de município da RMS. Assim, estabeleceu-se cinco classes de vulnerabilidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

INDICADORES E VARIÁVEIS ESPACIALIZADOS DA COVID-19: ALGUMAS REPRESENTAÇÕES E ANÁLISES CARTOGRÁFICAS

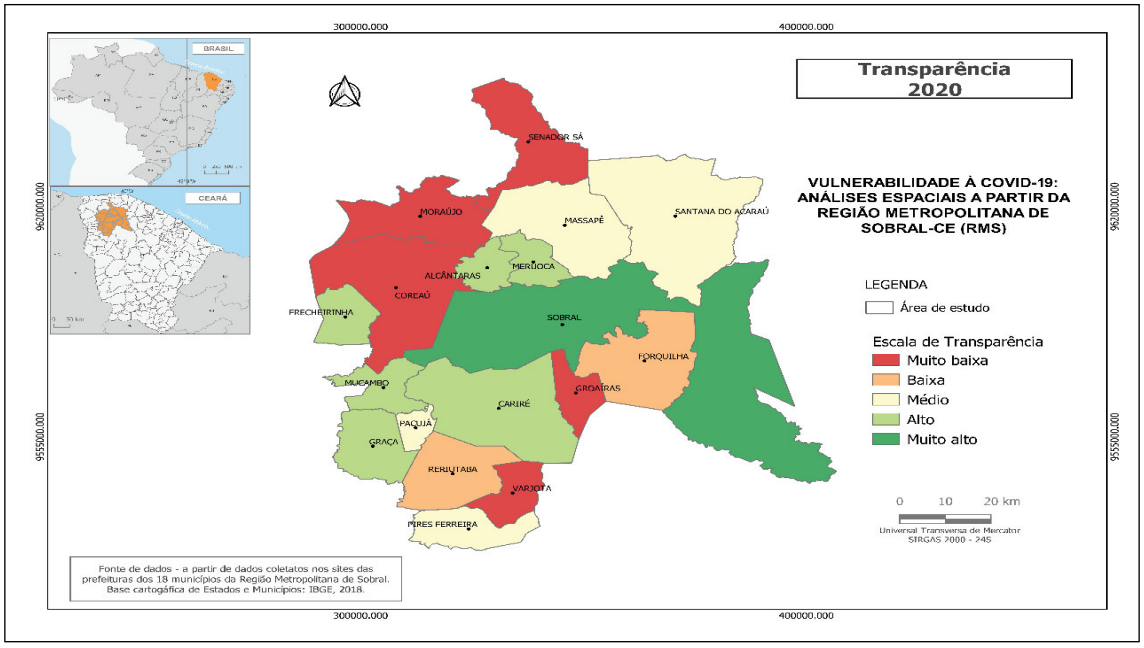
Na busca de avaliar a vulnerabilidade associada à COVID-19, no âmbito dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral, alguns indicadores e variáveis foram aqui definidos no intuito de trazer um panorama intermunicipal. Claro que

inúmeras outras variáveis, geralmente utilizadas nos estudos de vulnerabilidade, poderiam ser aqui consideradas. Contudo, pelos motivos já mencionados, optou-se pela utilização de informações qualificadas que estivessem disponíveis e passíveis de mensuração.

Inclusive, não foi o objetivo aqui recorrer a uma metodologia estatística específica que procurassem quantificar e categorizar a vulnerabilidade a partir de um índice. Pois, embora tal medida seja recorrente nos estudos dos riscos e vulnerabilidades, acredita-se que a complexidade e originalidade envolta no estudo poderia dificultar as análises aqui propostas, dificultando o entendimento. Ademais, a ausência de alguns dados também representa um desafio que abriria espaço para dúvidas e questionamentos acerca do que de fato poderia ser considerado no índice. Assim, o único tratamento estatístico dado diz respeito às técnicas de geoprocessamento implementadas, a partir dos produtos cartográficos gerados.

Na busca de espacializar muitas informações levantadas, optou-se inicialmente pela avaliação de um fato curioso, identificado a partir da tabulação dos dados. Embora os Estados e Municípios sejam orientados a divulgar, de forma transparente, os dados relativos à COVID-19 - seja pela lei de acesso à informação (lei 12527/2011) ou em atendimento à lei 13.979 de 6 de fevereiro de 2020 e o decreto 10.212, de 30 de janeiro de 2020 - observou-se uma grande dificuldade em acessar tais informações. Quando verificados os dados mensais de óbitos e casos confirmados, tal dado sequer foi encontrado nos canais oficiais de alguns dos municípios.

Assim, foi realizada uma prospecção nas redes sociais e sites oficiais dos municípios, em busca dos boletins epidemiológicos mensais dos municípios que, além de fomentar as análises da pesquisa, possibilitou a elaboração de uma escala de transparência (Figura 2). Sobral obteve importante destaque na divulgação dos boletins epidemiológicos, os quais foram disponibilizados dia após dia nos canais oficiais. Outros municípios como Cariré, Graça, Meruoca, Alcântaras, Pacujá e Frecheirinha também apresentaram os boletins epidemiológicos em todos os meses do ano considerados na análise (iniciando em março), com os registros de óbitos e casos confirmados. Esses dois últimos (Pacujá e Frecheirinha), inclusive, chamam atenção por apresentarem precisão quando comparados os dados presentes no DATASUS e nos canais oficiais.



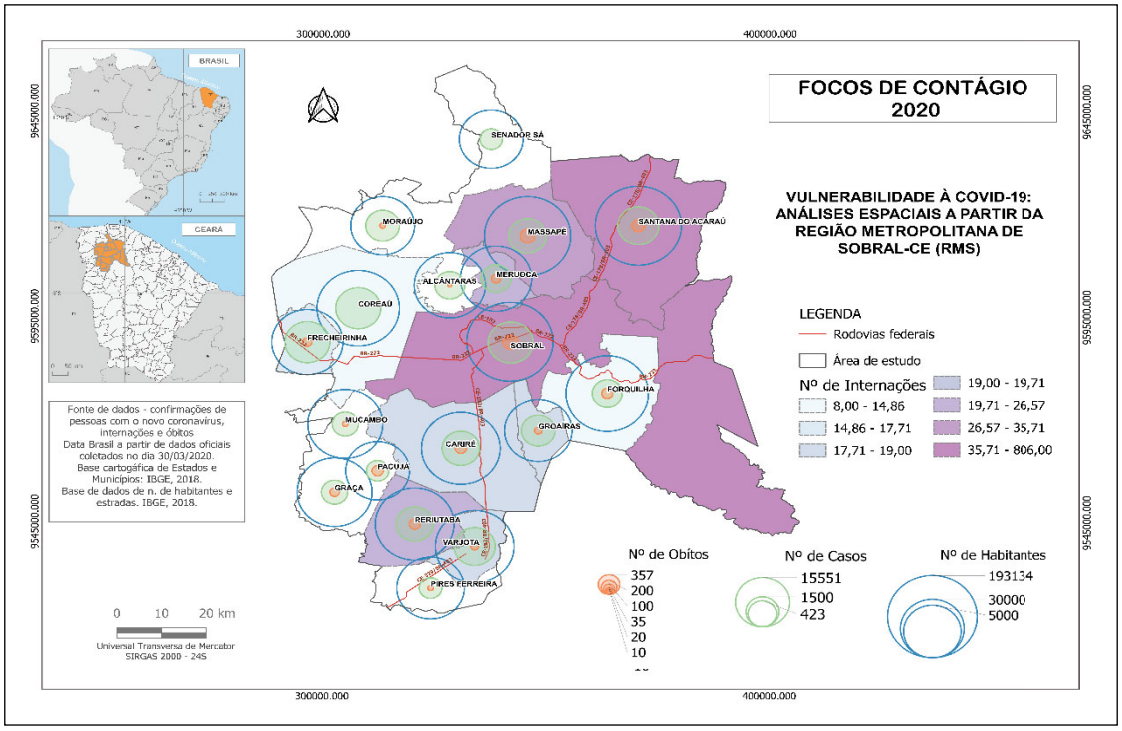
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 2. Escala de transparência com relação ao acesso dos dados sobre COVID-19 dos municípios que compõem a região Metropolitana de Sobral.

Contudo, na outra extremidade, os municípios de Coreaú, Senador Sá e Moraújo carecem de informações mensais disponíveis nos canais oficiais sobre os casos e óbitos no ano de 2020, ou seja, uma valiosa informação que não está acessível para a população. Em posição mais mediana na Escala de Transparência estão outros municípios como Massapê e Santana do Acaraú, entre outros que apresentaram os boletins epidemiológicos em apenas alguns meses e dias do ano, enquanto em outros meses tais informações não foram disponibilizadas de forma acessível à população.

Dessa forma, a importância de tal informação reside no fato de que uma população bem informada sobre o aparecimento de novos casos/óbitos pode adquirir um comportamento de risco diante de uma situação mais adversa e, assim, auxiliar na tomada de decisões.

Outro indicador avaliado diz respeito aos focos de contágio (Figura 3). Dessa análise, que procurou avaliar a proporção de acometidos por COVID-19 (número de casos x população absoluta) e a proporção de óbitos por COVID-19 (número de óbitos x população absoluta) segundo o município de residência, obteve-se um produto cartográfico que propicia uma autocorrelação espacial entre os municípios, considerando a distância intermunicipal para com a sede de Sobral, responsável por receber os atendimentos de maior complexidade à época. Afinal, tal indicador pode sugerir que indivíduos residentes em localidades mais distantes possam encontrar certa dificuldade nos atendimentos de casos mais graves.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 3. Focos de contágio.

A partir do mapa, observa-se uma distribuição espacial dos casos e internações relacionadas ao novo Coronavírus. Assim, nota-se que os municípios mais acometidos no número de internações pelo número de casos registrados se localizam exatamente nos municípios mais próximos da sede Sobral, tais como: Santana do Acaraú e Massapê, cidades que mantém uma relação mais estreita com Sobral do ponto de vista espacial, bem como de relações econômicas, visto que pessoas dessas localidades circunvizinhas visitam com certa frequência a cidade de Sobral. Assim, podendo atuarem como possíveis primeiros "vetores" de transmissão dos casos que, posteriormente, alastraram-se pela população local, caracterizando-se como transmissão comunitária.

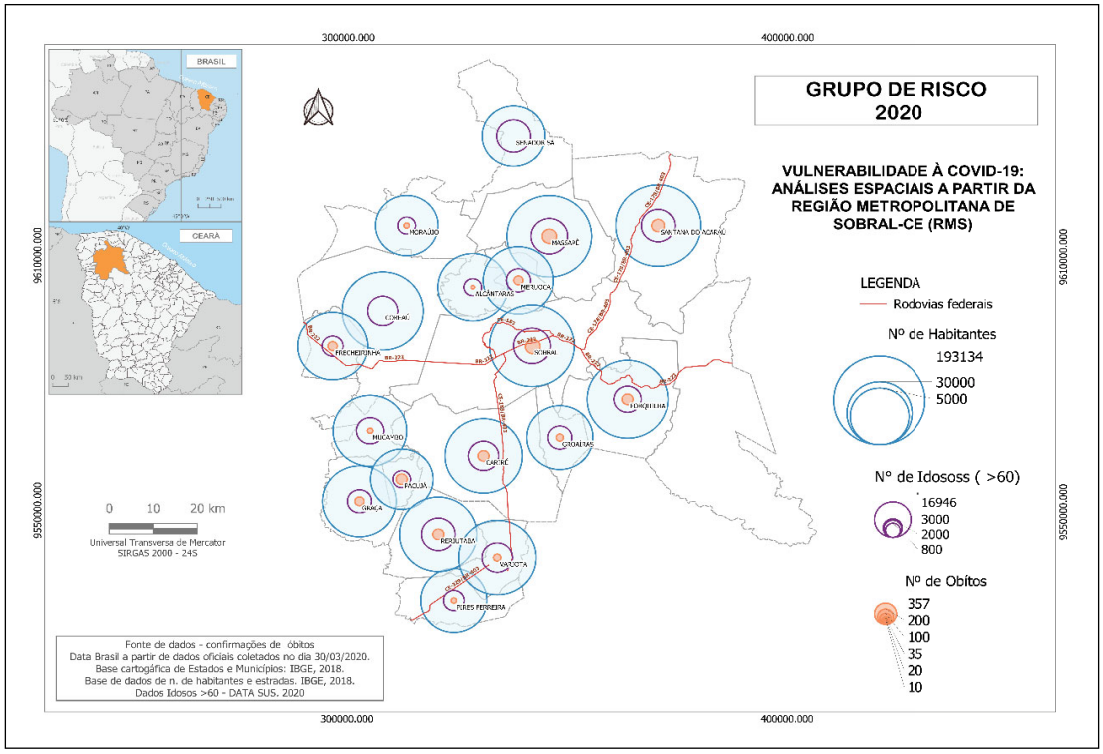
Dessa forma, é possível considerar, hipoteticamente, que as relações mais próximas para com Sobral, faz com que esses municípios circunvizinhos apresentem um maior risco de registrar os primeiros casos de COVID-19. Assim, ao passo que a distância da sede de Sobral aumenta, os números caem em grande parte, exceto na cidade de Reriutaba, a qual apresentou um número significativo de casos em comparação à população residente. Considerando os municípios mais próximos, Forquilha também se apresentou como exceção, visto que não registrou um relativo número de casos tão expressivo.

Quanto ao número de internações, o destaque fica para os municípios de Sobral, Santana do Acaraú e Massapê. Contudo, a cidade de Sobral acaba obtendo maiores registros durante todos os meses dos anos, visto que dispõe de uma rede de saúde especializada e mais equipada com leitos de COVID-19, equipamentos de ventilação mecânica, Hospitais de Campanha etc.

Assim, os casos mais graves dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Sobral são encaminhados para os Hospitais de Sobral. Dessa forma, pode-se perceber a "evolução" do contágio, dado o primeiro e como é possível notar o crescimento do número de internações ao longo dos meses. Todavia, destaca-se que alguns municípios mantiveram o estado de alerta até dezembro, principalmente Sobral e os municípios circunvizinhos.

Nesse sentido, entende-se que as medidas preventivas (isolamento social e de higiene) surtirem efeito, já que, no início do segundo semestre do ano, observa-se uma redução no número de casos. Contudo, o afrouxamento das barreiras sanitárias e do *lockdown* depois do mês de agosto tornaram esses dados crescentes, aumentando vertiginosamente no período após as eleições municipais. Assim, com as festas de fim de ano, a segunda onda de casos acabou sendo inevitável.

Assim, lembra-se que aqui foi considerado apenas aqueles habitantes acima de 60 anos, em virtude da inexistência ou inacessibilidade dos dados absolutos oficiais sobre os indivíduos com comorbidades. Com isso, ao considerar os óbitos daqueles habitantes que integram o grupo de risco, observa-se um comportamento bem heterogêneo (Figura 4).



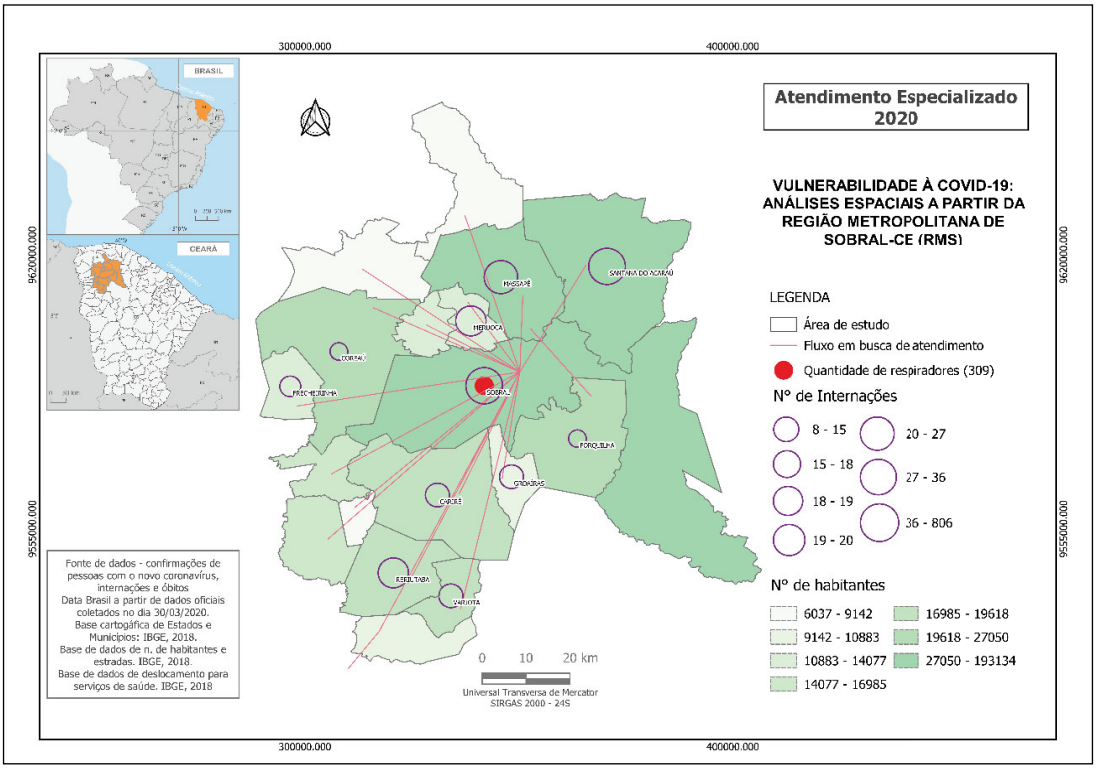
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 4. Número de idosos para número de óbitos por COVID-19 nos municípios da Região Metropolitana de Sobral.

Contudo, cabe destacar que nesses municípios os grupos de riscos foram os mais afetados, tendo em todos os municípios a incidência de casos desses grupos. Alguns com maior destaque se considerada a população absoluta de idosos, como em Pacujá, Frecheirinha, Alcântaras, Cariré, Massapê, Forquilha e Santana do Acaraú.

Além disso, Sobral chama atenção também, com um quantitativo não muito expressivo em termos relativos, pelo número maior de idosos e, quem sabe, por esses serem mais bem assistidos pela rede de saúde, visto que Sobral representa a cidade mais bem assistida com profissionais e equipamentos de saúde especializados no tratamento da COVID-19. Ou seja, em termos relativos, tal infraestrutura e pessoal qualificado contribui para minimizar a vulnerabilidade desses idosos em Sobral.

Ao tratar dos equipamentos de saúde, pode-se destacar outro produto que trata de uma espacialização associada à acessibilidade dos equipamentos de saúde. Não surpreende observar que Sobral detém grande influência (Figura 5) sobre os demais municípios, em especial quando considerados os atendimentos para casos mais graves, uma vez que possui equipamentos de ventilação mecânica e Hospitais de Campanha.

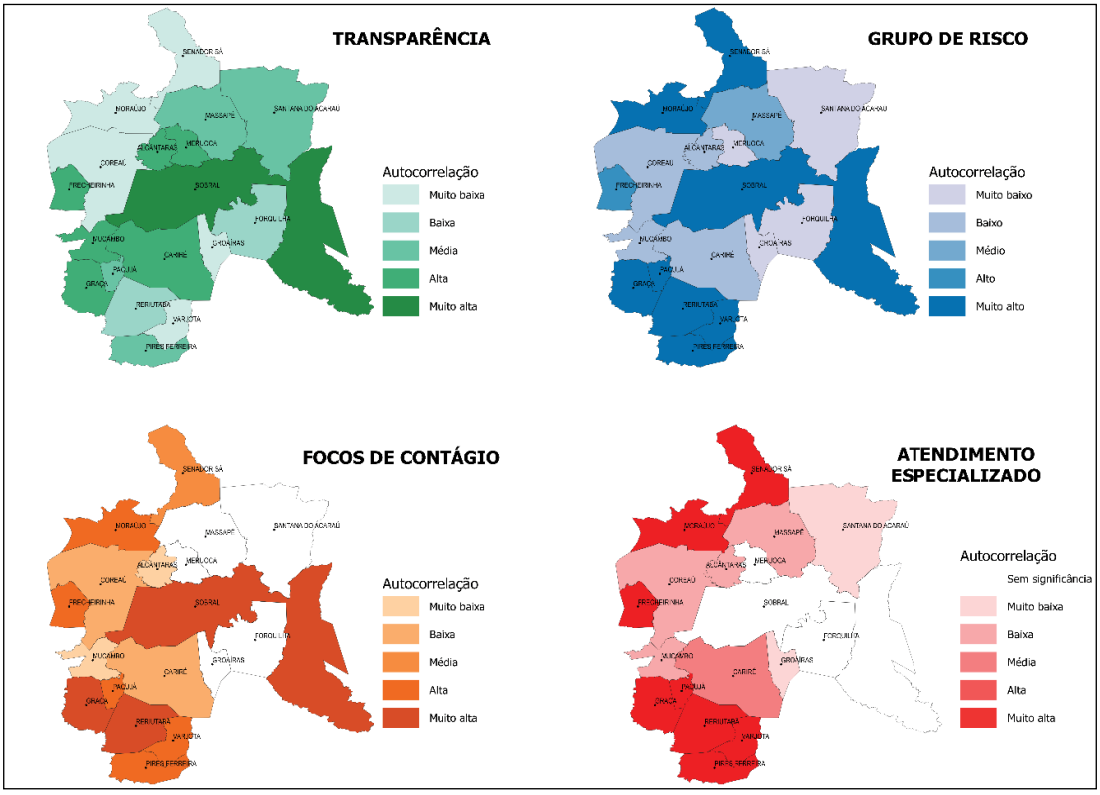


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 5. Acessibilidade aos equipamentos.

Com isso, a acessibilidade é um ponto fundamental a ser considerado, tendo nessa variável a principal causa de dependência dos demais municípios para com Sobral. Os equipamentos disponíveis de assistência à saúde representam o principal fator de segurança para tratar os casos mais graves e dependência para com o referido município e, curiosamente, com a pandemia da COVID-19, acredita-se que essa dependência aumentou (ao menos considerando o ano de 2020, uma vez que os municípios podem ter adquirido equipamentos e leitos de UTI para COVID-19 no ano de 2021), devido principalmente a fragilidade do sistema de saúde dos demais municípios.

Após todos os levantamentos e cruzamentos de dados iniciais dos mapas temáticos, foi aplicada a estatística de Moran (local e global), agrupados de dois em dois, até o resultado final dos indicadores estabelecidos na pesquisa permitissem compreender a autocorrelação espacial entre os municípios vizinhos próximos. A partir dos critérios estabelecidos com os dados disponíveis, teve-se o seguinte resultado (Figura 6):



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 6. Autocorrelação do conjunto de indicadores.

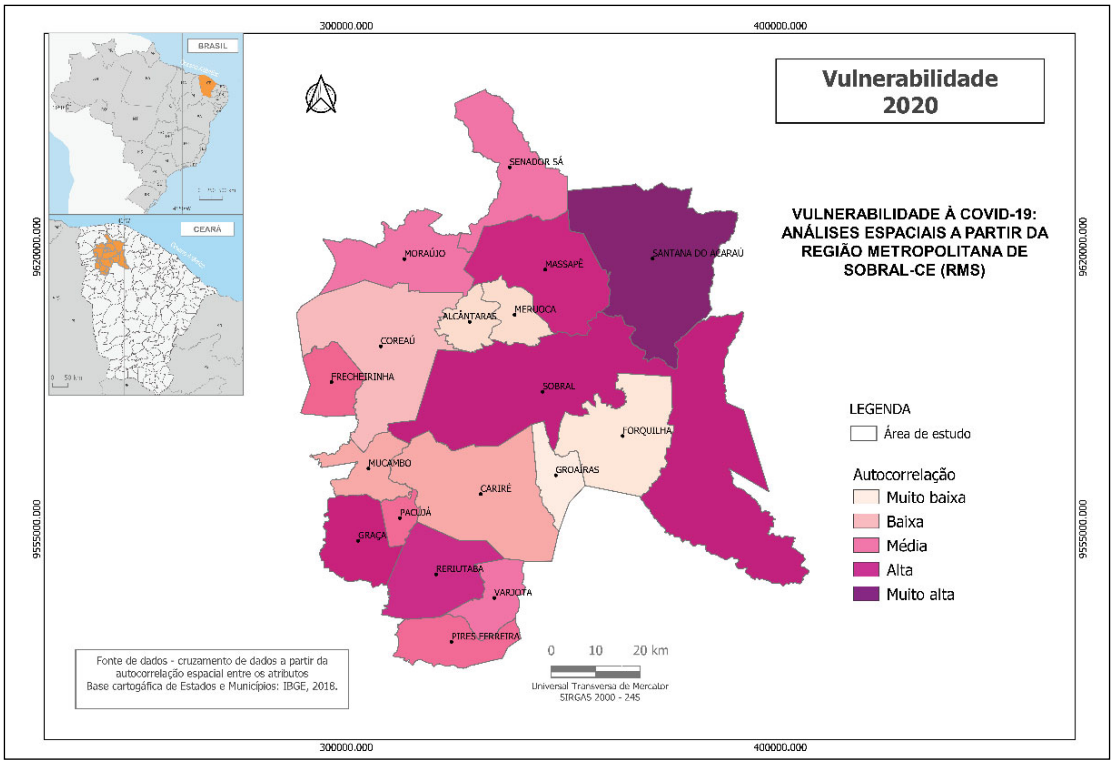
Após a visualização dos resultados, pode-se compreender como a transparência dos dados se configura como relevante, com significativa correlação espacial, uma vez que a informação e comunicação são fatores preponderantes para conscientização, bem como para a comunidade médica, gestores e sociedade acadêmica, que necessitam de tais informações para traçar mecanismos de ação e estudos. Contudo, no quesito ausência de dados, se destacam os municípios de Coreaú, Moraújo, Groaíras e Varjota.

Para os fatores de risco, deparou-se com um conjunto espacial interessante e bastante compreensivo, uma vez que os municípios que distam de Sobral, ou seja, não são vizinhos próximos, apresentam uma significativa parcela de casos de COVID-19 em relação a população absoluta e um considerável quantitativo de idosos. No caso do município de Sobral, esse apresenta maior quantitativo de população, número de casos e óbitos, o que pressupõem maior risco.

Já os focos de contágio causam surpresa no resultado, uma vez que os dados não são uniformemente e mensalmente divulgados. Acreditamos que aqueles que estão

representados sem cor (Meruoca, Massapê, Santana do Acaraú, Forquilha e Groaíras) podem apresentar alguma uniformidade na espacialização do dado. Além disso, ao tratar a sede de Sobral como polarizadora de atendimentos de saúde, é possível perceber que os municípios mais distantes apresentam maior correlação espacial em virtude da procura por atendimento especializado.

Após esses resultados, foi realizado mais um conjunto de cruzamentos de dados entre os indicadores apresentados, o que resultou em um mapa de vulnerabilidade, com as seguintes características (Figura 7):



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 7. Vulnerabilidade associada à COVID-19 na Região Metropolitana de Sobral.

A resposta para dados relativamente baixos é explicada a partir de Meruoca e Alcântaras, que apresentam número de casos e óbitos baixos no período representado. Já os municípios Groaíras e Forquilha, o conjunto de dados que não apresentam regularidade de informação mensal podem ter comprometido a interpretação dos dados.

Dessa forma, a autocorrelação espacial alta para os municípios de Graça, Reriutaba, Sobral e Massapê se justifica em virtude de número de idosos, casos de COVID-19 e óbitos, principalmente quando relacionados ao parâmetro espacial. Além disso, Varjota apresenta elevada dependência na matriz de vizinhança em virtude de constar dados relativamente elevados de idosos e por fazer limite com municípios que apresentam altos índices de autocorrelação espacial.

Assim, considerando as variáveis que foram correlacionadas no intuito de mensurar a vulnerabilidade dos municípios que compõem a RMS, observa-se um destaque para a

elevada vulnerabilidade em Santana do Acaraú, único município que ficou categorizado na classe de vulnerabilidade muito alta. Contudo, a metrópole Sobral, além dos municípios de Massapê e Reriutaba, por exemplo, não fica tão distante, apresentando alta vulnerabilidade, quando comparados a outras localidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o contexto de pandemia experienciado pela população brasileira, em Sobral e Região Metropolitana não foi diferente. Por isso, observou-se, além do esgarçamento do tecido social, uma disseminação do vírus obedecendo uma lógica geopolítica.

Futuros estudos epidemiológicos com foco nas variações espaciais e temporais da COVID-19 podem informar grupos de indivíduos de alto risco que necessitam de intervenções direcionadas e outras medidas de controle voltadas à saúde pública. As medidas de restrições de viagem ajudaram a retardar a propagação da COVID-19, até certo ponto. Ademais, as espacializações de informações associadas à COVID-19 residem como importante mecanismo na tentativa de conter a transmissão comunitária.

A integração de métodos de vigilância baseados em SIG proporciona maior flexibilidade e eficiência para evitar qualquer surto e rastrear os casos quase que em tempo real. Outro exemplo é a China, ao empregar o uso de aplicativo de rastreamento de contas em mídia social. Em março de 2022, tais aplicativos ajudaram a identificar os casos ou clusters e rastrear pessoas doentes e, assim, mantê-las em quarentena.

Considerando as análises desenvolvidas, ficou evidente que o município de Sobral, enquanto cidade média e metrópole, exerceu claramente nesse contexto seu papel polarizador. Pois essa disseminou informação, atraiu investimentos e melhorias dos equipamentos de saúde, atendeu os casos de maior complexidade, inclusive dos municípios circunvizinhos que demonstraram forte dependência do sistema de saúde de Sobral.

Ademais, a própria disseminação do vírus obedeceu a essa lógica polarizadora, uma vez que o aumento de casos nos municípios circunvizinhos ocorreu semanas após o "boom" de casos na sede de Sobral. Dessa forma, isso indicou que a metrópole possivelmente contribuiu na sua disseminação, pois as pessoas residentes em municípios adjacentes, e que transitaram por Sobral, contribuíram para disseminar o vírus nessa primeira onda, o que gerou a transmissão comunitária. Embora tal visão não possa ser generalizada a partir dos dados observados, nota-se tal comportamento.

Quanto à vulnerabilidade e sua multidimensionalidade, as análises permitiram avaliar como tais municípios, que compõem a Região Metropolitana de Sobral, foram acometidos com a pandemia no ano de 2020, indicando diferentes interpretações a partir das variáveis consideradas. Claro que tal esforço de análise não se esgota aqui, uma vez que outras variáveis e indicadores podem ser elencados posteriormente, a partir de uma rede de dados mais completa e eficaz, fato que não foi observado no ano de 2020.

Diante da previsibilidade dos fatos, ainda se tem muito a ser discutido e analisado, pois esses são novos e passíveis de investigação. De qualquer forma, tal situação desastrosa

merece ser ponderada com maior rigor, no intuito de fazer frente às futuras ameaças. Afinal, os estudiosos já afirmam que essa realidade do planeta atualmente, em termos de Pandemia, é fruto da degradação ambiental que a sociedade proporciona. Se, na atualidade, há erros enquanto sociedade, espera-se ao menos que as consequências devastadoras da pandemia estimulem o conhecimento e a tomada de medidas com vistas à mudança de cenário.

REFERÊNCIAS

BENEVENUTO, R.G; AZEVEDO, I.C.C; CAULFIELD, B. Assessing the spatil burden in health care accessibility of low-income families in rural Northeast Brazil. **Journal of Transport Health**, 14, p. 100595.

CABRAL, R. B. G.et al. Estudo inicial sobre a evolução do novo CORONAVÍRUS (SARS-COV-2) no estado do Pará (Brasil), no período entre 17/03/2020 e06/04/2020. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 2, p. 2914-2931, 2020.

CUNHA, Lúcio. Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais. LOURENÇO, L; MATEUS, M**.** *In:* **Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Fernando Rebelo.** Coimbra, p. 153-165, 2013.

CUTTER, Susan. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n.4, p.529-539, 1996.

LANA, R. M. et al. Emergência do novo coronavírus (SARS-Cov-2) e o papel de uma vigilância nacional em saúde oportuna e efetiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p.e00019620, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00019620>.

LINHARES, L. I. M.; MONTEIRO, J. B.; PACHECO-GRAMATA, A. P. P. Geografia dos riscos e vulnerabilidades: uma breve discussão teórica e metodológica. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 23, p. 75-98, 2021.

MITCHEL, J. K. Hazards research. In: GAILE, G. L. , WILLMOTT, P. J. **Geography in America**. Columbus: Merril, 1989. P. 410-24.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: interim guidance. **World Health Organization**, 2020.

PEREIRA, R.H.; BRAGA, C.K.V.; SERVO, L.M.; SERRA, B.; AMARAL, P.; GOUVEIA, N. Mobilidade urbana e o acesso ao Sistema Único de Saúde para casos suspeitos e graves de Covid-19 nas vinte maiores cidades do Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA)** – Nota Técnica 14. 2020

PRADO, M.; BASTOS, L.; BATISTA, A.; ANTUNES, B.; BAIÃO, F.; MAÇAIRA, F.; HAMACHER, S.; BOZZA F. Análise de subnotificação do número de casos confirmados da COVID-19 no Brasil. **Núcleo de Operações e Inteligência em Saúde (NOIS)** – Nota Técnica 7. 2020.

VASCONCELOS, C. S.; FRIAS, P. G. Avaliação da Vigilância da Síndrome Gripal: estudo de casos em unidade sentinela**. Saúde em Debate**, v. 41, p. 259-274, 2017.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4012

QUARTAS NO LAGESOLOS: COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA NA PANDEMIA

QUARTAS NO LAGESOLOS: SCIENTIFIC COMMUNICATION OF GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY IN THE PANDEMIC

QUARTAS NO LAGESOLOS: COMUNICACIÓN CIENTÍFICA DE GEOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA EN LA PANDEMIA

Armando Brito da Frota Filho[1]
Ana Paula Silva Furtado[2]
Hugo Alves Soares Loureiro[3]
Antonio José Teixeira Guerra[4]

RESUMO: As Redes Sociais de Internet foram a saída para a educação e extensão universitária durante as restrições da Covid-19. As *lives* possibilitaram interações espectadores-participantes país adentro. O projeto Quartas no LAGESOLOS trouxe autores para debaterem seus capítulos nos livros de Guerra e organizadores, aproximando o público-alvo das referências que utilizam. Analisam-se estatísticas das *lives*, enquanto ferramentas de comunicação científica da Geografia Física, para compreender seu alcance, potencialidades e dificuldades. A análise quanti-qualitativa pautou-se na "etnografia do ambiente virtual", com dados do Youtube Analytics, via matriz SWOT/FOFA para diagnóstico do projeto. Os resultados mostram o crescimento dos acessos após os eventos síncronos, como o aumento de 188 visualizações durante a live n°6 para 2.498 até 25/05/2022. Confirma-se a relevância dos conteúdos para uso posterior e seu potencial para a comunicação científica, além do caráter de resistência da atividade universitária perante cenários adversos.

1 Doutor em Geografia - PPGG/UFRJ. Professor SEMED-AM. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6133-7788. E-mail: armando_geomorfo@outlook.com.
2 Graduanda em Geografia - UFRJ. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9613-9319. E-mail: anapsfurt@gmail.com.
3 Doutor em Geografia - PPGG/UFRJ. Bolsista TCT-5 FAPERJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2904-5563. E-mail: hugogeogr@gmail.com.
4 Professor Titular - Departamento de Geografia/UFRJ. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2562-316X. E-mail: antoniotguerra@gmail.com.

Agradecimentos: Agradecemos, primeiro, ao público que assistiu, assiste e dissemina as lives, que vêm apreciando o trabalho desenvolvido, e aos amigos, colegas, laboratórios e instituições parceiros, que ajudaram no compartilhamento dos eventos, construindo uma rede nacional de divulgação. Agradecemos a todas as professoras, pesquisadoras e todos os professores e pesquisadores que aceitaram nossos convites para serem entrevistadas ou entrevistadoras ao longo das, até aqui, 31 lives do Projeto Quartas no LAGESOLOS e, especialmente, àqueles que contribuíram dos bastidores para o desenvolvimento das lives a partir do 2° ciclo: Professor Dr. Raphael David, doutorandos Wellynne Barbosa e Jorge Marques, e bolsista de iniciação científica Vitória Gomes.

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

Palavras-chave: Geografia Física. Comunicação científica. Lives. Netnografia. Matriz SWOT/FOFA.

ABSTRACT: The Internet Social Networks were the outlet for education and university extension during Covid-19's restrictions. Lives enabled viewer-participant interactions across the country. The Quartas no LAGESOLOS project brought authors to debate their chapters in Guerra and organizers' books, bringing the target audience closer to the references they use. Statistics of lives are analyzed, as tools of scientific communication of Physical Geography, to understand their reach, potentialities and difficulties. The quantitative-qualitative analysis was based on the "virtual environment's ethnography", with data from Youtube Analytics, via SWOT matrix for the project's diagnosis. Results show the growth of accesses after synchronous events, such as the increase from 188 views during live #6 to 2,498 until 05/25/2022. It confirms the content's relevance for later use and its potential for scientific communication, in addition to the resistance character of university activity in the face of adverse scenarios.

Keywords: Physical Geography. Scientific communication. Lives. Netnography. SWOT matrix.

RESUMEN: Internet Social Media fue fundamental para la educación y la divulgación universitaria durante las restricciones de Covid-19. Las *lives* permitieron interacciones espectador-participantes por todo el país. El proyecto Quartas no LAGESOLOS reunió a autores para discutir sus capítulos en libros de Guerra y organizadores, acercando al público a las referencias que utilizan. Fueron realizados análisis estadísticos de las *lives*, herramientas de comunicación científica de la Geografía Física, para comprender sus alcances, potencialidades y dificultades. Se realizó un análisis cuantitativo-cualitativo de la "etnografía del ambiente virtual", con datos de YouTube *Analytics*, a través de la matriz SWOT/FDOA para el diagnóstico del proyecto. Los resultados muestran el crecimiento de los accesos después de los eventos sincrónicos, como visto en el aumento de 188 vistas durante la *live* #6 a 2.498 hasta el 25/5/2022. Eso confirma la pertinencia de dos contenidos para su uso posterior y su potencial para la comunicación científica, además de la resistencia de las actividades universitarias ante escenarios adversos.

Palabras clave: Geografía Física. Comunicación científica. Las lives. Netnografía. Matriz SWOT/FDOA.

INTRODUÇÃO

Brasil, março de 2020, início do ano letivo, pós-carnaval e começo de uma pandemia. Toda a população se viu confusa, amedrontada e insegura com o perigo que estava, literalmente, no ar. O afastamento social e a necessidade da restrição de circulação de pessoas afetaram todas as dimensões sociais, inclusive a Educação.

Ao longo do ano de 2020 até o primeiro semestre de 2021, a quarentena no Brasil estava em seu período mais restritivo. Inúmeros setores foram afetados economicamente, com destaque para a Cultura e a Educação. Nesse cenário viu-se o advento das chamadas *lives*, que inicialmente eram shows, peças de teatro e demais atividades de entretenimento, muitas com o objetivo de arrecadar fundos beneficentes (ARAÚJO; CIPINIUK, 2020), para surgirem, logo em seguida, as *lives* de cunho acadêmico, científico e de extensão universitária.

A Universidade, enquanto um local de produção de conhecimento, também possui a função de socializá-lo, tendo responsabilidade de transpor os muros do espaço físico e os ouvidos dos especialistas, como nos aponta Sousa (1996). Ademais, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394, de 1996, a fim de cumprir com o mandamento constitucional de indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão, reafirma este objetivo da Instituição e estabelece a possibilidade de angariar recursos financeiros do Poder Público, para subsidiar as atividades e ofertar bolsas de estudo (UFSC - PROEX, 2012).

Em um contexto de pressão política exercida sob a Pesquisa e o meio acadêmico, combinada com o cenário pandêmico, as Redes Sociais de Internet (RSI) se tornaram uma poderosa ferramenta de comunicação entre a comunidade acadêmica e a sociedade como um todo. A sua utilização tem caráter ambíguo, ao passo que fortalece a Ciência, também faz parte de um processo de precarização do trabalho docente.

O espaço digital se relaciona intimamente com o espaço material. Nesse sentido, as Redes Sociais de Internet podem ser caracterizadas enquanto meios de comunicação do mundo globalizado. Dentro do *ecossistema virtual*, há inúmeras destas redes, sendo distintas entre si, a partir do formato e do conteúdo. O Youtube é uma plataforma de vídeos, que oferece serviços gratuitos e pagos, permitindo a produção de material síncrono e editado, e interação com o público, a partir de comentários, *likes* e *deslikes* ("joinha"). Uma das suas potencialidades são os vídeos ao vivo (*lives*), de longa duração, podendo ter participação de inúmeras pessoas simultaneamente. Ademais, a plataforma possui um conjunto de métricas que permitem aos produtores de conteúdo analisarem diferentes parâmetros do seu trabalho. Por estas características, a plataforma foi escolhida como ideal para o desenvolvimento do projeto discutido neste artigo.

Com base no cenário explicitado até aqui nasce o Projeto *Quartas no Lagesolos*[5], com o objetivo básico de dialogar sobre os importantes conceitos e temas trabalhados na Geografia e Geomorfologia Brasileira. As *lives* se iniciaram em 12 de agosto de 2021, nas quartas-feiras, via Youtube, mediado pela plataforma de *streaming StreamYard*. Seu carro-chefe foi apresentar uma série de entrevistas com as autoras e os autores de capítulos em livros organizados pelo professor Antonio José Teixeira Guerra, da UFRJ, e pela professora Sandra Baptista da Cunha, da UFF, e demais parceiros na organização de tais livros, visto que são referências nacionais, usados em cursos de graduação, pós-graduação e pesquisas científicas, estando presentes em artigos, outros livros acadêmicos e, ainda, livros didáticos do ensino básico, monografias de graduação, dissertações de mestrado, teses de doutorado, concursos e seleções para instituições governamentais e universidades.

A vantagem do vídeo, de acordo com Moran (1995), é que por ser um recurso audiovisual, requer pouco envolvimento e esforço por parte do receptor, este como um mais passivo. Contudo, as *lives*, permitem interações com os espectadores, visto que, em muitos casos, é uma forma de conhecer "de perto" os autores nacionalmente conhecidos, que normalmente são encontrados apenas em eventos, simpósios ou congressos, podendo lhes fazer perguntas, ou seja, que possam interagir de maneira mais fácil com essas pessoas.

Dessa forma, o objetivo do artigo é analisar a produção audiovisual síncrona (*lives*), através da plataforma YouTube, enquanto ferramenta para a comunicação científica da Geografia Física, com ênfase na Geomorfologia; a fim de compreender o alcance espaço-temporal das *lives,* e caracterizar as potencialidades e dificuldades do formato de material audiovisual síncrono e assíncrono na comunicação científica.

CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE AS *LIVES* NA PANDEMIA, DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

A internet é um ambiente que possui seus próprios signos, linguagens e, até mesmo, comportamentos. Nesse contexto, entende-se por *lives* as transmissões ao vivo, audiovisuais, feitas por meio das redes sociais ou de plataformas de *streaming*, que disponibilizam diferentes tipos de interação ou coparticipação entre a audiência e os realizadores no transcorrer das transmissões, tendo como características a agilidade, a não necessidade de equipamentos sofisticados e, ainda, a possibilidade de maior descontração (BEZERRA, 2020). Este autor ressalta como a internet facilitou o alcance de seus usuários tanto a recepção quanto a produção e difusão de conteúdos, ressignificando o conceito de *live*.

Em meio ao isolamento social e longos períodos de quarentena, toques de recolher e restrições de deslocamento, esse formato de transmissão se popularizou, em suas várias formas ou finalidades, como recursos comunicativos ofertados pelo uso da internet (BEZERRA, 2020).

Nesse contexto, as plataformas digitais como o YouTube são tidas como ferramentas para obtenção de conhecimento, com ou sem referência ou embasamento científico (COSTA *et al.,* 2020), portanto entende-se que estes espaços (virtuais) devem ser ocupados. O que os autores ainda explicam a importância da divulgação científica por profissionais que podem transmitir conteúdos confiáveis e esclarecer dúvidas acerca deste tema.

Autores como Bueno (2010) e Bezerra (2020) indicam que duas formas que se destacam na territorialização desse ambiente cibernético, pelos cientistas, são a divulgação e a comunicação científica. O primeiro é identificado pela veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público em geral, os ditos leigos (BUENO, 2010), enquanto a comunicação é feita para pessoas com conhecimento da área, ou seja, destinam-se aos especialistas, em determinadas áreas do conhecimento (BUENO, 2010). Outro ponto é que o primeiro grupo está passando pela fase de alfabetização científica e o último grupo já passou.

Em todo caso, é de suma importância, ainda mais no contexto contemporâneo, que os diferentes campos – científico, religioso, político, cultural, das lutas sociais e

demais – dialoguem entre si para que as questões complexas do mundo e do cotidiano sejam compreendidas e debatidas sob múltiplas matizes de pensamento, para que haja emancipação social (REALE; MARTYNIUK,2016).

Algo que é recorrente nos autores do campo da divulgação, comunicação, alfabetização, letramento e jornalismo científico é que estas ferramentas têm papel não apenas no fortalecimento e desenvolvimento da democracia, em especial via conscientização do mundo e de seu contexto como emancipação social. Mas também como um *modus* de rever a ciência, na sua epistemologia como na socialização e universalização das informações e do saber como um todo.

METODOLOGIA

Netnografia das *lives* na plataforma Youtube

Este trabalho, de cunho quanti-qualitativo e exploratório, baseou-se em práticas de netnografia sobre o canal "LAGESOLOS UFRJ", mais especificamente, das *lives* do tipo palestra-entrevista, do projeto de *lives* "Quartas no LAGESOLOS'.

Para tanto, é mister explicar a abordagem metodológica netnográfica, desenvolvida para estudos e pesquisas de ambientes virtuais, baseada e adaptada segundo preceitos da etnografia. Logo, a netnografia é uma ferramenta que amplia as possibilidades da metodologia clássica dos estudos antropológicos e sociais, agora aplicada ao espaço cibernético e redes sociais, pois auxilia na compreensão das dinâmicas culturais e sociais na internet, via apropriação social das novas tecnologias da informação e da comunicação (NTIC). Ela tem por base os estudos de fóruns, redes sociais (Instagram, Facebook, Twitter, entre outros) e, inclusive, as *lives*, sejam do Youtube, Instagram, ou demais redes e plataformas (CORRÊA; ROZADOS; 2017; PEREIRA; MONTEIRO; 2019; BATISTA, 2020).

Conforme Batista (2020), apesar do primeiro intuito da netnografia ter sido o estudo das estratégias de marketing, nos anos 90, pesquisas acadêmicas voltadas ao mundo virtual vêm utilizando essa ferramenta para analisar a produção de diversas formas de culturas digitais. O modo de obtenção e tratamento desses dados vem da pesquisa participante, na qual são colocadas face-a-face pessoas e agentes sociais, ou seja, pesquisador e pesquisado, eruditos e populares, ambos estando em pé de igualdade (BRANDÃO; BORGES, 2008), o que favorece a compreensão dos comportamentos dos usuários das comunidades virtuais, *online* e *offline* (BATISTA, 2020).

Como em qualquer tipo de pesquisa, faz-se necessário que os objetivos estejam claros e as perguntas devidamente definidas, "onde", "quem", "como" e "porque" são perguntas que precisam estar delimitadas. No caso da pesquisa deste artigo, as perguntas foram: 1) Qual a audiência das *lives* no modelo síncrono (visualizações em tempo real)? 2) Qual a audiência delas no modo assíncrono, após 24h e após 30 dias? 3) Quais os picos de audiência, a partir de 30 dias da transmissão síncrona e a data limite estipulada? 4) Por quais dispositivos assistiram? 5) Qual a duração média da visualização?

Estes dados podem ser obtidos pelas métricas do YouTube *Analytics*[6] - a própria plataforma disponibiliza a ferramenta para analisar o desempenho dos vídeos, neste caso, das *lives*. Assim, são fornecidos tanto os dados como suas representações gráficas. Ao abrir o canal como administrador, entra-se no YouTube Studio, na aba "Ver estatísticas do canal", botão "Modo avançado", e os dados referentes ao engajamento do canal, idade, gênero do espectador e tipo de dispositivo podem ser visualizados nas suas respectivas abas.

Para acessar os dados referentes a cada vídeo, o processo é semelhante. Necessário apenas acessar o mesmo YouTube Studio, clicar na aba "conteúdo", em seguida na aba "Ao vivo" e selecionar o vídeo/*live*, pois cada vídeo apresenta um conjunto de estatísticas próprias. Basta selecionar o vídeo e clicar em "estatísticas".

Matriz SWOT/FOFA para caracterização da *lives* enquanto comunicação científica

A Matriz SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, and Threat), em português Matriz FOFA, significa: Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças de uma determinada situação. Foi utilizada para compreender e caracterizar a plataforma YouTube, enquanto uma ferramenta de comunicação científica. De acordo com Souza (2020), seu principal objetivo é mapear quais são os fatores e como eles influenciam em uma dada ação/atividade, a partir da análise de todos os seus componentes. Trata-se, então, de uma ferramenta de diagnóstico, que possibilita, com base em seus dados, traçar direções para o alcance dos objetivos propostos.

Essa metodologia se desenvolveu no contexto empresarial e de gestão estratégica (SOUZA, 2020; COSTA JÚNIOR *et al*., 2021), contudo seus preceitos foram adaptados para a realidade acadêmica e atividades de comunicação científica. Os três pilares da academia são Ensino, Pesquisa e Extensão, este último conectando à academia e à comunidade externa. Logo, como o projeto de *lives* possui forte caráter de extensão universitária é importante pensá-lo por um viés acadêmico e não empresarial-corporativo. Outrossim, o uso da matriz SWOT/FOFA neste contexto se justifica pela precisão de um acompanhamento e balanceamento contínuo das atividades, se estas estão alcançando os objetivos propostos e, por conseguinte, verificar pontos de melhoria, possibilitando prognósticos (Quadro 1).

Quadro 1. Conceituação das características da Matriz SWOT/FOFA.

Forças (**S**trength)	**O**portunidades (**O**pportunity)
São as potencialidades internas da estratégia, ou ferramenta analisada, que auxiliam no atingimento do objetivo do uso, no caso, de comunicação científica de geografia e geomorfologia e sua popularização.	São fatores externos ou condições positivas que podem permitir ou facilitar o desenvolvimento, ou desempenho do meio de transmissão da live (Youtube), culminando com a consecução de objetivos didático-pedagógicos e desenvolvimento da prática de extensão como forma de unir o saber científico produzido na academia, com outras comunidades universitárias e egressos, assim como com a população.
Fraquezas (**W**eakness)	**A**meaças (**T**hreat)
São fatores internos, ou restrições que podem impedir ou dificultar o desenvolvimento ou desempenho para o alcance dos objetivos. Quais os agentes que dificultam nessa dinâmica de comunicação científica, seja por parte dos produtores ou dos espectadores.	São fatores negativos externos que criam obstáculos à sua ação de divulgação e comunicação, mas que podem ser mitigados, assim reconhecidos. Nesse sentido, as ameaças, por serem extrínsecas, estão, na maior parte das vezes, fora do controle dos divulgadores científicos.

Fonte: Adaptado de Armando Brito da Frota Filho (2022 - no prelo).

Aqui se utilizam os conceitos explorados por Costa Júnior *et al*. (2021), para a questão empresarial, mas adaptados ao contexto acadêmico e de comunicação científica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização das *lives* - conceitos, conteúdos e participantes

O *Quartas no LAGESOLOS* é um projeto de *lives* no YouTube que visa a discussão de temas relevantes à Geografia e Geociências, de forma mais aproximada do público-alvo, especialmente alunos de graduação e pós-graduação, geralmente tendo por base elementos bibliográficos.

Por isso, sua principal série de *lives*, denominada "Recapitulando", versa sobre capítulos de livros, nacionalmente difundidos, organizados pelo professor doutor Antônio José Teixeira Guerra, junto à professora doutora Sandra Baptista da Cunha, principalmente, entre outros colaboradores, representando **26 das 31 *lives*** realizadas até aqui. Elas totalizaram **38 capítulos**, distribuídos por **15 livros** organizados e **um livro**[7] escrito, este por Guerra e Marçal (2006).

São mais capítulos do que lives porque alguns entrevistados têm mais de um capítulo publicado nesses livros, caso de nomes como da própria professora doutora Sandra Baptista da Cunha (UFF), da professora doutora Rosangela Botelho (IBGE/ENCE), do professor doutor Antônio Soares da Silva (UERJ), do professor doutor Jurandyr Ross (USP) e das professoras doutoras Ana Luiza Coelho Netto e Mônica dos Santos Marçal (ambas UFRJ), que contribuíram, ao menos, com três capítulos.

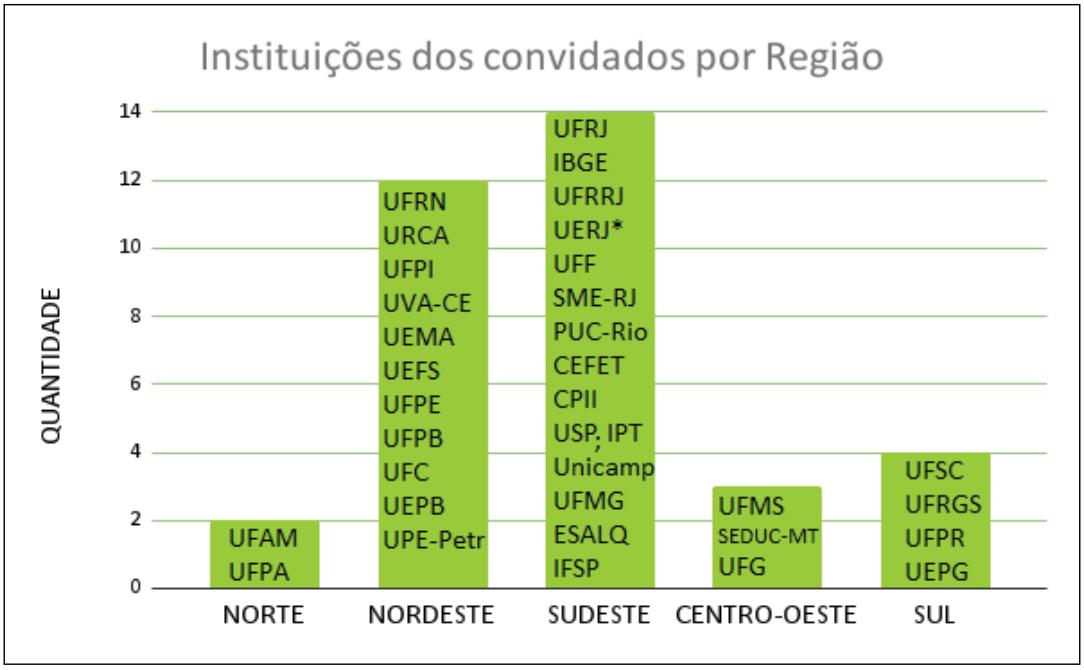
Em outras palavras, é uma forma de dar vida à leitura feita dos capítulos no cotidiano de estudos e pesquisas, através de seus próprios autores e especialistas, convidados para o diálogo

dessas obras, na maioria das vezes conferindo um grau de intimidade entre os convidados e a audiência, mas sobretudo, permitindo uma discussão direta autor-leitor, ainda que de modo virtual. Uma vez que os espectadores, em geral discentes de graduação e pós-graduação, podem fazer perguntas, que normalmente só poderiam ser feitas em congressos e simpósios.

Além desta série, houve quatro *lives* da proposta "Ilustrando", que consiste em debater e ilustrar temas de pesquisa, ou de atuação dos profissionais de Geografia, através de suas experiências, que os destacam em âmbito regional ou nacional, pela forma como atuam em tal temática. Ainda, foi feita uma *live* da série intitulada "#RecordarÉCiência", cujo objetivo é debater o legado à ciência e ao ensino daquelas pessoas já falecidas, através de suas obras bibliográficas, convidando para tal professores-pesquisadores que tiveram estreita relação com a pessoa homenageada, ou desenvolveram suas pesquisas sob a influência ou referência desse legado. O homenageado foi o professor doutor Evaristo de Castro Júnior (+ 2014), do Departamento de Geografia da UFRJ.

Na concepção do projeto houve a preocupação em convidar professores e pesquisadores de todas as cinco regiões do Brasil, seja na modalidade de entrevistado, por ter participado de algum capítulo publicado nos livros junto ao professor Antônio Guerra, ou como entrevistador. Foram **5** participações do Norte, 19 do Nordeste, 3 do Centro-Oeste, 32 do Sudeste e 4 do Sul (Gráfico 1). Nesse sentido, também houve o plano de equilibrar a participação de pesquisadoras e pesquisadores, ou seja, em termos de gênero dos convidados. Assim, participaram 27 homens e 33 mulheres nas 31 *lives*, com a repetição de alguns nomes, o que totalizou 55 participações masculinas e 42 femininas.

Gráfico 1. Distribuição das instituições de origem dos convidados, por região.



Fonte: Organizado pelos autores (2022).

Cabe ressaltar que a discrepância entre quantos homens e quantas vezes participaram se deu, principalmente, porque Armando Frota Filho e Hugo Loureiro, enquanto idealizadores do projeto, participaram de 16 *lives*. Houve, ainda, 6 homens e 3 mulheres participando ao menos de duas *lives*. O professor Antônio Guerra foi contabilizado apenas uma vez, pois não faria sentido contá-lo nas 30 *lives* posteriores a sua participação inaugural, visto que é membro permanente das transmissões, enquanto coordenador do LAGESOLOS – UFRJ (Laboratório de Geomorfologia Ambiental e Degradação dos Solos) e organizador dos livros em questão.

Apesar de que na sua concepção, o projeto tivesse como proposta ser na linha da divulgação científica, entretanto, a partir das análises métricas e de audiência, percebeu-se que as *lives* se caracterizavam como uma ferramenta de comunicação científica, ao passo que o público é composto majoritariamente por graduandos e pós-graduandos.

Com base nesta descrição, Bueno (2010) indica que esse projeto de *lives* se enquadra na categoria de comunicação científica, pois, esta tem intuito "à disseminação de informações especializadas entre os pares, com o intuito de tornar conhecidos, na comunidade científica, os avanços obtidos (resultados de pesquisas, relatos de experiências, etc.) em áreas específicas". Uma vez que seu alvo acaba sendo, predominantemente, graduandos, pós-graduandos, professores e pesquisadores da Geografia e áreas afins.

Isso fica ainda mais explícito, quando o referido autor, Bueno (2010) conceitua que a divulgação científica visa "prioritariamente, um não iniciado, quer dizer, não tem, obrigatoriamente, formação técnico-científica que lhe permita, sem maior esforço, decodificar um jargão técnico ou compreender conceitos que respaldam o processo singular de circulação de informações especializadas".

É importante que essa identificação e conceituação seja feita, uma vez que isso é uma característica do projeto e auxilia as pessoas a terem uma noção melhor de quem é o público alvo. Visto que as estratégias e abordagem comunicacional se diferenciam dependendo do contexto, seja ele de comunicação ou divulgação científica.

Alcance espaço-temporal das *lives*

Ainda que as *lives* se configuram como uma atividade de comunicação científica, em detrimento de divulgação, por atraírem pessoas do meio acadêmico, entende-se ainda como uma vertente do projeto de extensão, pois alcança pessoas da comunidade, no contexto nacional. Isso é possível por se tratar de uma transmissão no Youtube, que pode ser acessada por indivíduos para além das fronteiras da UFRJ, do estado do Rio de Janeiro, e mesmo do Brasil, ao se considerar as mais diversas faixas etárias e classes sociais.

Isso se traduz pela Tabela 1 que apresenta os dados das *lives* transmitidas, durante o projeto Quartas no LAGESOLOS e suas respectivas audiências no modo síncrono (ao vivo) e assíncrono (24h após, 30 dias após e até o dia 25/05/2022). A se considerar que se trata da discussão de um nicho muito específico, as *lives* apresentaram adesão e engajamento devido aos profissionais entrevistados, a exemplo disso a *live* 6, intitulada

Geomorfologia: Aplicações e planejamento ambiental com o professor Jurandyr Ross teve a maior audiência em todos os segmentos analisados.

Tabela 1. *Lives* e suas audiências ao vivo, após 24h, após 30 dias e até 25/05/2022.

Nº	DATA	TÍTULO	AUDIÊNCIA			
			Durante a Live*	Após		até 25/05/2022
				24h	30 Dias	
1	12/08/2020	Geomorfologia: Uma "revisitação" de bases e conceitos	100	72	**332**	**1.549**
2	19/08/2020	Solos: Degradação, Análise Morfológica e Solos Urbanos	121	67	187	978
3	26/08/2020	Geografia Física: Climatologia e ensino	108	86	210	766
4	02/09/2020	Bacias hidrográficas: Entre múltiplos olhares	106	90	194	844
5	09/09/2020	Antropogeomorfologia urbana: Entre Arte e Ciências	139	96	**342**	**1.558**
6	16/09/2020	Geomorfologia: Aplicações e planejamento ambiental	**188**	**158**	**462**	**2.498**
7	23/09/2020	Transformações do relevo: Voçorocas e impactos ambientais.	128	94	205	**1202**
8	30/09/2020	Erosão: Estações experimentais e reabilitação com geotêxteis	106	81	188	788
9	07/10/2020	Micromorfologia dos solos: Indicadores para analisar a erosão	71	46	120	667
10	14/10/2020	Erosão na Amazônia: Voçorocas urbanas em Manaus	97	71	172	707
11	21/10/2020	LAGESOLOS E GENAT - Geomorfologia das Américas	111	119	**443**	**1.177**
12	11/11/2020	Geomorfologia: Do licenciamento ambiental urbano à iconografia da paisagem	99	107	223	834
13	25/11/2020	Unidade de Conservação em área urbana: Desafios e significados	70	63	149	461
14	09/12/2020	Sobre Rochas, Rios e Riscos	133	100	**319**	**1.314**
15	03/02/2021	Geomorfologia Urbana: Intervenções antrópicas, processos e riscos no meio tropical úmido	119	89	249	925
16	17/02/2021	Semiárido: Interações, processos e degradação sob perspectivas geomorfológicas	115	107	**340**	902
17	03/03/2021	Geografia Física: Reflexões sobre a história e epistemologia da Geomorfologia	115	134	**369**	**1086**
18	17/03/2021	Classes de solo e degradação: Lições do passado e presente do Rio Grande do Sul	110	73	188	748
19	31/03/2021	Geodiversidade: entre Geoturismo, Geoconservação e o patrimônio pétreo	120	113	262	865

continua

continuação

Nº	DATA	TÍTULO	AUDIÊNCIA			
			Durante a Live*	Após		até 25/05/2022
				24h	30 Dias	
20	14/04/2021	Geomorfologia e Clima: Prevenção e diagnóstico de riscos em bacias hidrográficas	126	103	225	863
21	28/04/2021	Geomorfologia Fluvial: Questões e impactos ambientais	**174**	**158**	**241**	**1260**
22	19/05/2021	Geomorfologia: Processos geohidroecológicos e riscos nas encostas	108	102	**155**	926
23	02/06/2021	Erodibilidade dos solos: Características do meio físico e manejo do solo	97	108	205	755
24	30/06/2021	Paisagem integrada: Urbanização e análise ambiental pela Geomorfologia	81	103	204	670
25	14/07/2021	O valor da Geoconservação: Papel dos GeoParks e do patrimônio geológico	82	71	135	476
26	28/07/2021	Profissional de Geografia: Riscos, Defesa Civil e Pesquisa Aplicada	98	64	116	629
27	11/08/2021	Ecologia de solos, Fragmentos e mosaicos da Mata Atlântica: A biogeografia de Evaristo de Castro Jr.	62	119	228	668
28	22/09/2021	Geotecnia: Solos, rochas e aplicação na perspectiva urbana	50	71	150	466
29	13/10/2021	Ensino de Geomorfologia: Prática, pesquisa e EAD	**121**	101	**303**	**1225**
30	27/10/2021	Educação Ambiental e riscos: Papel para comunidades do entorno de UCs	56	57	105	367
31	10/11/2021	Questão Ambiental: Planejamento e gestão para o turismo sustentável	58	64	122	444
TOTAL		31 LIVES	3.335	2.943	7.445	28.618
MÉDIA			107,58	94,94	240,16	923,16

* Pico de audiência durante a *live*. - Fonte: Organizado pelos autores.

Em azul os 3 maiores quantitativos de audiência nos momentos síncrono (ao vivo) e assíncronos (24h, 30 dias e até o dia 25/05/2022).

Ao analisar as visualizações totais até dia 25/05/2022, observa-se que muitos indivíduos escolheram assistir as *lives* posteriormente, visto que os três maiores valores, da *live* 6, que teve no momento síncrono 188 e passou para 2.498 (com prof. Jurandyr Ross); live 5 (com prof. Raphael Santos Filho) de 139 para 1.558; e a *live* 1 (com prof. Antônio Guerra) de 100 para 1.549.

Visto que "não é apenas a quantidade de cliques que prevalece, mas sim a capacidade de o conteúdo ser engajador, e manter conexões após sua publicação" (REALE; MARTYNIUK,2016). O que gera uma troca constante, e deixando um produto que pode ser e é utilizado por diversos profissionais e professores, devido à relevância de

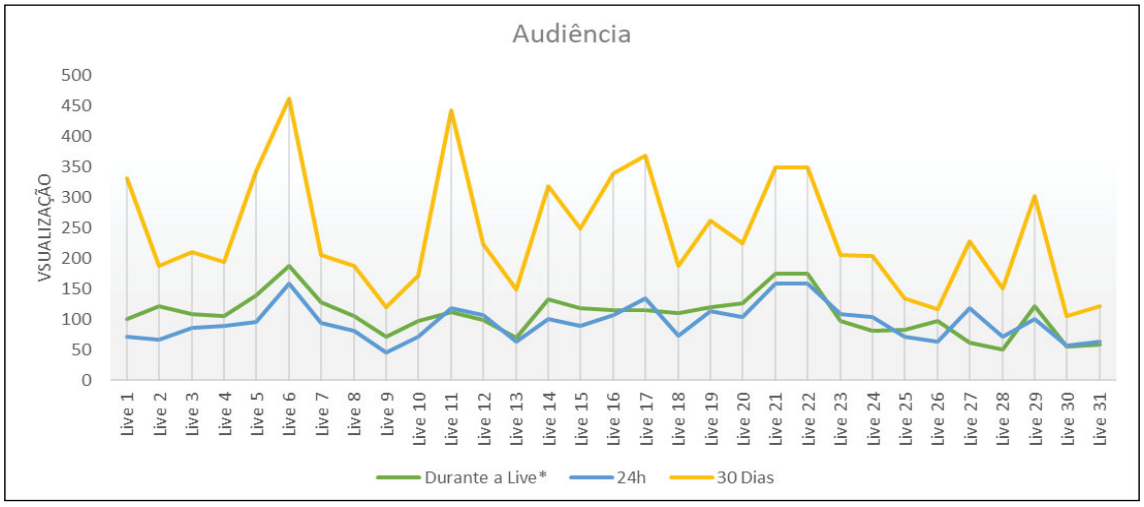
seu conteúdo. Isso é notado em praticamente todas as *lives*, que a tendência de audiência se repete nos momentos assíncronos, e ainda com valores maiores.

Para Costa *et al.* (2020), as plataformas digitais como o YouTube são utilizadas como ferramentas para obtenção de conhecimento, e nesse contexto, seja de divulgação e/ou comunicação científica, os professores e pesquisadores têm um território a ser explorado, conquistado e territorializado a fim de esclarecer dúvidas acerca de seus temas de estudo e pesquisa. Via os *feedbacks* de espectadores, o que se observa é que as *lives* têm se tornado um material de pesquisa, tanto para professores quanto para alunos, e isso não se limita ao projeto aqui explanado.

Ao se observar as audiências, no decorrer de 2021 e 2022, nota-se que há uma tendência no padrão de visualizações, os picos síncronos e assíncrono de cada transmissão se repetem (Gráfico 1). E no que concerne ao projeto como um todo, com exceção da *live* 29 (com a prof Dra Anice Afonso - UERJ-FFP) há uma queda de audiência explicável, pois, a partir de 2021 (segundo semestre), houve o recomeço das aulas presenciais, e por consequência as *lives* foram mais assistidas, após o seu término.

Além disso, de maneira geral, as *lives*, sejam culturais, acadêmicas e jornalísticas, tornaram-se uma atividade saturada, tanto em quantidade como em formato. Pois muitas atividades estavam no formato virtual com uso exacerbado de plataformas como Zoom; Skype; Hangouts; Google Meet.

Gráfico 2. Audiência das transmissões em três momentos: ao vivo (durante a *live*), com 24h e nos 30 dias após *live*.



Fonte: Organizado pelos autores.

Na Tabela 2, são apresentados os tipos de dispositivos que os espectadores usam para assistir às transmissões. Os dispositivos móveis (celulares) representam a maior parcela, seguida pelos computadores, tvs e tablets. Isso reflete inclusive o porquê de o formato ter perdido "fôlego", após um tempo, pois a visualização pelo celular tende a ser mais cansativa, e dificulta atividades simultâneas no aparelho, o que é corroborado pela duração média assistida neste dispositivo.

Tabela 2. Distribuição das visualizações das *lives*.

Tipo de dispositivo	Visualizações	Tempo de exibição (horas)	Duração média da visualização
Tablet	463	131,69	0:17:03
TV (smart)	956	444,00	0:27:51
Computador	12.044	4996,26	0:24:53
Dispositivo móvel	15.150	2652,46	0:10:30
Total	**28.613**	**8.224,41**	**0:17:32**

Fonte: Organizado pelos autores.

Outra questão relevante, trazida no Quadro 2, é a duração média das visualizações. A média geral ficou em, aproximadamente, 17 minutos. Este dado precisa ser contextualizado, porque quando alguns espectadores enfrentam instabilidades na conexão de internet, a oscilação altera o tempo de visualização. Isto ocorre, pois, o Youtube interpreta o retorno do espectador que perdeu conexão como se fosse um novo espectador, fato que leva a uma redução no tempo de duração média, tornando-o subnotificado.

Ou seja, por se tratar de média, há indivíduos que conseguem assistir à transmissão de forma integral, mas devido à instabilidade da internet, em especial nos celulares, sua queda e retorno ao assistir a *live* de onde parou e quantas vezes ocorrer, reduz a média do tempo de duração das visualizações. Em dispositivos com internet mais estável, em geral residencial, usada em computadores e *smarts* TVs, as médias são maiores, com 24:53 e 27:51, respectivamente.

Outro ponto relevante é o desconforto gerado pelo aparelho utilizado (celular e tablet), e a possível instabilidade na internet, que implicam nisso ou mostra que os espectadores privilegiam vídeos mais curtos, em detrimento de mais longos como *lives*.

Potencialidades e dificuldades do formato de material audiovisual síncrono e assíncrono na comunicação científica

A matriz FOFA/SWOT é uma ferramenta de diagnóstico e análise qualitativa de uma atividade, avaliando os seus pontos fortes e fracos, as ameaças e as oportunidades, sua finalidade inicial foi no contexto empresarial. Contudo este trabalho não tem as *lives* de comunicação científica nessa perspectiva, de cunho neoliberal, e sim pelo viés da educação (universitária), e nesse sentido pela ciência, como uma atividade emancipatória.

Segundo Souza (2020), essa matriz possibilita compreender os elementos referentes ao ambiente interno e externo das atividades, aqui traduzidas nas *lives*, com reflexão sobre seu planejamento a nível didático-pedagógico e estratégico para com os espectadores. Foram definidas duas dimensões para serem analisadas via FOFA, considerando os organizadores (produtores de conteúdo) e o espectador, que representa a sociedade,

de maneira geral. Essa análise é feita sob a ótica de autores que tratam de temas como *lives* científicas, divulgação científica e comunicação científica, sempre considerando a perspectiva dos meios de comunicação, em especial, da Internet e do Youtube.

Considerando tanto a dimensão dos organizadores e espectadores, um dos pontos fortes e de oportunidades (Quadro 2) é a aproximação dos estudantes (de maneira geral) de suas referências, abrindo um espaço de acesso e diálogo entre as duas partes. Isto devido a possibilidade de maior contato com estas referências ocorria via simpósios e congressos, em que nem todos têm oportunidade de ir, seja pela distância (deslocamento), valor da inscrição, ou mesmo falta de oportunidade. E esse ponto positivo ainda se desdobra na modalidade assíncrona, pois o vídeo fica disponível para ser assistido posteriormente, ainda que não haja a interação, mas há a possibilidade de reprisar as falas e ampliar o entendimento sobre as abordagens feitas.

Quadro 2. Matriz SWOT/FOFA.do *YouTube* como ferramenta de comunicação científica sobre geomorfologia.

Uso do YouTube na comunicação científica na dimensão:	**F**	**O**	**F**	**A**
	FORÇAS	**OPORTUNIDADES**	**FRAQUEZAS**	**AMEAÇAS**
Dos organizadores	- Produção de baixo custo financeiro; - Sem necessidade de institucionalização enquanto projeto (possibilidade de produção independente); - Uso de recursos tecnológicos em âmbito digital acesso às novas informações com autores e pesquisadores.	- Criação de conteúdo visando diferentes públicos, podendo abranger desde a educação básica até o ensino superior; - Através dos dados gerados pela própria plataforma, criar estratégias de comunicação para os vídeos chegarem até o público fora da universidade;	- Comunicação e divulgação de baixo impacto; - Definição e análise de parâmetros que medem a efetividade da estratégia de comunicação e divulgação científica; - Dificuldade em assistir de forma síncrona pelo horário; - Não atingir pessoas de área e classes sociais com pouco acesso à internet.	- Baixa adesão à temas muito específicos ou de pouca visibilidade fora da área acadêmica; - Subnotificação e subvalorização do alcance das lives; Desinteresse em assistir de forma assíncrona.
Do espectador	- Acesso às pesquisas, dados e debates entre pesquisadores e especialistas; - Possibilidade de contato facilitado; - Acesso livre e gratuito, passível de citação.	- Maior possibilidade de contato com pessoas além da academia; - Produção de vídeos sintéticos a partir de dados de diferentes fontes sobre a temática de Geomorfologia, vindo das lives.	- O tempo de retenção do público é em média 20 minutos, o que faz com que assuntos complexos tenham que ser debatidos de forma mais objetiva; - Dificuldade de ter acesso à live, devido à conectividade ruim.	- Redução do público devido ao excesso de lives e produção de conteúdo acadêmico no formato audiovisual; - Reducionismo e banalização de alguns tópicos e temas. Alguns temas podem ser ignorados pela não familiaridade do público.

Organização: Armando Brito da Frota Filho (2022).

Segundo Reale e Martyniuk (2016) um dos pontos positivos deste tipo de atividade é pelo fato de ser apresentado por pesquisadores reconhecidos na área:

> "pois reestrutura a prática do exercício da ciência e multiplica os espaços de fala ocupados por estes, o que é fundamental para o incentivo de uma nova cultura científica. O destinador professor sai de seu pódio doutoral e inatingível e coloca-se mais perto do enunciatário ao fazer conexões de gostos em comum entre ambos. (REALE; MARTYNIUK, 2016, p.12).

Dessa forma, une-se o caráter científico das pesquisas desenvolvidas por estes pesquisadores com o aspecto didático das salas de aula que estes professores, em especial, por terem o hábito de falar e palestrar para indivíduos fora do meio acadêmico.

Isso se torna algo ainda mais importante, pois conforme Bauman (2001), explica em seu livro "Modernidade líquida", na atualidade, as grandes referências não são mais os líderes, sejam eles políticos ou religiosos, perdendo-se a figura de conselheiro, com autoridade na área, e substituída por influenciadores (digitais) com "boa retórica".

Assim, a partir desse ponto de vista, pode-se trazer para o debate, da grande praça pública que virou a internet, pesquisadores e professores munidos de dados (científicos) e fazer com que uma parcela da população tenha acesso a uma visão mais correta de processos, dinâmicas e conceitos científicos, algo que se mostra/mostrou de suma importância, a fim de evitar a disseminação de *fake news* e desinformação.

A partir desse contato com grandes estudiosos das temáticas da Geografia e suas dimensões, percebe-se o quanto a falta de acesso ao conhecimento colabora para situações de degradação ambiental, cada dia mais presentes em nossa realidade.

Isso coaduna diretamente com o pensamento de Leff (2010), que argumenta que a sociedade vive em uma crise ambiental, que não possui causas naturais e sim, de ordem tecnológica, ética, política, econômica e até mesmo social. Em parte pela falta de conhecimento das próprias consequências de seus atos, frente à natureza, como a ocupação de área de fragilidade ambiental como margens de rios ou encostas íngremes, por exemplo (GUERRA, 1996; GUERRA; MARÇAL, 2001; GUERRA *et al.,* 2018).

Entende-se que esse modelo de comunicação científica não atinge a todos, pois como aponta Milton Santos (2008) em sua obra "Por uma outra globalização", o acesso à informação, e nesse caso a informação científica via internet, não é democrática, pois só alcança uma pequena parcela da população e que muitas vezes já tem acesso a esses conhecimentos, sendo isso a perversidade da globalização, a falsa impressão que todos têm acesso às mesmas oportunidades, apenas pelo fato delas existirem.

Contudo, o referido autor indica que a mudança dessa ideologia perversa está na informação e na disseminação, logo esta é apenas uma ideia de popularizar a ciência, dentre tantas outras, cada uma alcançando um nicho diferente. E ao fim, esse deve ser o objetivo não apenas desse projeto, ou das atividades de extensão, mas da Universidade Pública como um todo, alavancar o conhecimento científico para que chegue à população que o financia.

Da mesma forma que Costa *et al*. (2020) advogam que a divulgação científica é essencial para a construção das dimensões democrática e cidadã da sociedade, tem-se aqui a discussão de que a comunicação científica está no mesmo patamar, ainda que seja focada em grupo mais restrito. Isto pois, o YouTube se tornou a praça pública, local para encontros e promoção de ideias, e por conseguinte a discussão da ciência.

Enfim, as *lives* são passíveis de serem acessadas por todos, a qualquer momento, e têm seu valor científico e comunicacional. Mas como toda e qualquer Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC) e Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTDIC) não substituem aulas ou palestras presenciais, e sim atuam como um material, recurso, ou ferramenta complementar a ser usado no processo do debate científico, ou em alguns casos até mesmo de ensino- aprendizagem.

CONCLUSÕES

O espaço cibernético já foi tratado enquanto um espaço separado do dito mundo real, contudo o período pandêmico evidenciou como essa dicotomia já é irreal. Eles estão intrinsecamente relacionados, um constituindo o outro de forma simultânea e imbricada. Inúmeras atividades que eram realizadas de formas presenciais, passaram a acontecer de forma virtual e *síncrona*, dentre elas, ações acadêmicas.

O potencial das *lives,* a partir dos dados produzidos pelo Projeto Quartas no LAGESOLOS, é identificado como altíssimo para a comunicação científica. As ações *online* superam dificuldades geográficas e, muitas vezes, econômicas, ao passo que não é necessário deslocamento físico, para participar de inúmeras atividades, o que não significa que todos terão acesso. Além disso, reduz custos das instituições para a produção de encontros, e diminui burocracias para viabilizar os projetos.

É necessário fazer uma ressalva, o contexto brasileiro em 2020 e 2021 para as Universidades Públicas, em especial a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), foi e segue sendo dramático, sendo representado pela redução de 14% do orçamento[8]. Nesse sentido, atividades *online* são caracterizadas como ações de resistência da comunidade acadêmica, ao passo que registra e divulga todo o trabalho feito na instituição, apesar do desmonte e ataques que vem sofrendo, sendo assim, o baixo custo do projeto não deve ser visto como uma vantagem que justifique replicar o formato.

Para além dos dados quantitativos, os comentários dos que assistiram às *lives*/ vídeos evidenciam a importância da criação de momentos em que aproximem importantes autores e pesquisadores dos estudantes em formação. Para mais, o volume de conteúdo científico no formato de vídeo produzido com acesso livre e gratuito por professores da ciência geográfica do Brasil, nunca outrora foi tão grande como nesse contexto.

Por fim, entende-se que o objetivo de fortalecimento da comunidade geográfica, sobretudo, geomorfológica do Brasil, foi alcançado. Novos desafios agora são postos, tal como elaborar estratégias para que o projeto também possa ter caráter de divulgação científica e incentivar pesquisadores a ocupar o espaço cibernético a fim de combater as *fakes news* e fortalecer a ciência brasileira, alcançando a comunidade externa à universidade.

Espera-se, ainda, que com este artigo, a Série Quartas no LAGESOLOS tenha sido analisada e colocada para o público geográfico, no sentido de poder entender o quão importante foi esse tipo de atividade acadêmica, num momento em que não havia quase oportunidades de atividades presenciais, dando margem e possibilidade projetos futuros deste tipo, seja na comunicação quanto da divulgação cientifica com fim emancipatório.

NOTAS

5 Disponível em: <https://www.youtube.com/c/LagesolosUFRJ/videos>.
6 Disponível em: <https://support.google.com/youtube/answer/9002587?hl=pt-BR>.
7 GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006. 192p.
8 Disponível em: <https://conexao.ufrj.br/2022/04/o-futuro-das-universidades-publicas-diante-do-corte-de-verbas>.

REFERÊNCIAS

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 1. ed. 2001.

BATISTA, F. F. **Youtube como ambiente virtual de ensino e aprendizagem:** características de aulas-live de espanhol. 2020. Dissertação (Mestrado em Linguística) - Programa de Pós-graduação em Linguística: Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13519. Acesso em: 05 mar. 2022.

BRANDÃO, C. R.; BORGES, M. C. Pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/19988>. Acesso em: 30 jun. 2022.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação cientifica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituaiss. **Informação & Informação**, n. 1esp., v. 15, p. 1-12, 2010.

COSTA, B. B.; VIEGAS, D. DE J.; MOREIRA, T. A.; ABREU, P. A. O movimento antivacina no YouTube nos tempos de pós-verdade: Educação em saúde ou desinformação? **Revista Mídia e Cotidiano**, v. 14, n. 1, p. 220-239, 19 fev. 2020.

CORRÊA, M. V; ROZADOS, H. B. F. A netnografia como método de pesquisa em ciência da informação. 2017. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, v. 22, n.49, p. 1-18, maio/ago., 2017.

ESTATÍSTICAS. **Youtube**. Disponível em: <https://analytics.youtube.com>. Acesso em: 19 fev. 2022.

FREITAS, T. P. R.; ROCHA, M. B. Lives de Divulgação Científica durante a pandemia: uma descrição do Instagram do Observatório Nacional. 13. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. [**Anais eletrônicos**] Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA104_ID1563_01072021171516.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-379.

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. C. O. Gully Erosion and Land Degradation in Brazil: A Case Study from São Luís Municipality, Maranhão State. In: DAGAR, J. C.; SINGH, A. K. (Org.). **Ravine Lands**: Greening for Livelihood and Environmental Security. 1. ed. Cingapura: Springer Singapore, 2018, v. 1, p. 195-216.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Processo de Urbanização e Mudanças na Paisagem da Cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, v. 1, p. 275-303.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 343 p.

MASSAROLO, J.; MESQUITA, D.; PADOVANI, G. **Live Transmídia:** As novas formas produção de conteúdo e engajamento em multiplataformas. 2018. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/57628506/Live_Transmidia_2018.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2022.

Normas para publicação. **AGB BAURU**, 2022. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/normas.html>. Acesso em: 22 jul. 2022.

PEREIRA, A. A. S.; MONTEIRO, J.C.S. A netnografia como método de estudo do comportamento em ambientes digitais. In: Simpósio Internacional Interdisciplinar em Cultura e Sociedade, 3., 2019, Maranhão. [**Anais]** São Luís: EDUFMA, p. 173 - 181, 2019.

PEREZ, C. Os sentidos das lives no contexto da pandemia: do escapismo e da filantropia às lógicas identitárias. **Galáxia**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica, v. 47, n. 47, 2022.

REALE, M.V.; MARTYNIUK, V. L. Divulgação Científica no Youtube: a construção de sentido de pesquisadores nerds comunicando ciência. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 39., 2016. [**Anais**] São Paulo; 2016.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2008, 15. ed.

SOUSA, A. L. L. **A história da extensão universitária a partir de seus interlocutores**. 1996. Dissertação. (Mestrado em Educação Escolar Brasileira) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Goiás. Góias, 1996. Disponível em: <https://www. researchgate.net/publication/317106748_A_ historia_da_Extensao_Universitaria>. Acesso em 18 maio 2022.

SOUZA, C. R. F.; QUEIROZ, A. M. D. A utilização dos meios de comunicação no ensino de Geografia. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, v2, n.1, p. 62 - 85. jan./jul. 2012. Disponível em: <http://revistas.cua.ufmt.br/geoaraguaia/index.php/geo/article/view/15>. Acesso em 7 mar. 2022.

SPINDOLA, R. A.Aprendizagem com Entretenimento Através do Youtube: A Comunicação Científica no Canal Nerdologia. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 6, n. 1, p. 7-24, jul. 2019. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14630/9642>. Acesso em: 30 jun. 2022.

UFSC. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Fórum de Pró-Reitores das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras, 2012. Disponível em: <https://proex.ufsc.br/files/2016/04/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Extens%C3%A3o-Universit%C3%A1ria-e-book.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4013

GEODIVERSIDADE, BIODIVERSIDADE E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EM SERRAS SECAS: UM DIÁLOGO A PARTIR DAS SERRAS DA PENANDUBA E DOS MORAIS NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ

GEODIVERSITY, BIODIVERSITY AND UNITS OF CONSERVATION IN DRY MOUNTAINS: A DIALOGUE FROM THE PENANDUBA AND MORAIS MOUNTAINS IN THE SEMI-ARID OF THE STATE OF CEARÁ

GEODIVERSIDAD, BIODIVERSIDAD Y UNIDADES DE CONSERVACIÓN EN SIERRAS SECOS SEMIÁRIDOS: UN DIÁLOGO DESDE LAS SIERRAS DE PENANDUBA Y MORAIS EN EL SEMIARIDO DEL ESTADO DE CEARÁ

Benedito Francisco Moreira Lourenço *(in memoriam)*[1]
Francisco Nataniel Batista de Albuquerque[2]
Cleanto Carlos Lima da Silva[3]
José Souza da Costa[4]

RESUMO: O domínio semiárido onde encontram-se as serras secas ocupa mais de 90% do território do estado do Ceará. No entanto, a maior parte das unidades de conservação encontram-se na zona litorânea e nos enclaves úmidos de altitude e apenas 8% do estado encontra-se em áreas protegidas. Diante do exposto, o artigo objetiva analisar a importância das serras secas do semiárido cearense, a partir do diálogo entre a biodiversidade da Serra da Penanduba (Coreaú e Frecheirinha) e da geodiversidade da Serra dos Morais (Iguatu e Orós), no estado do Ceará como elementos e aspectos importantes para valoração e diferenciação desses ambientes na Depressão Sertaneja no processo de criação e gestão de unidades de conservação. Após reflexões, conclui-se que essas áreas precisam ser ressignificadas na política de proteção ambiental enquanto ambientes de exceção na superfície sertaneja prestando inúmeros serviços ambientais diretos e indiretos essenciais à população local e do entorno.

1 Gestor da Área de Proteção Ambiental Estadual Lagoa da Jijoca – Ceará. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) (in memoriam). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0880-7074.
2 Professor do Programa de Pós-Graduação (mestrado) em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e da Licenciatura em Geografia do Instituto Federal do Ceará (IFCE) – campus Iguatu. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8588-2740. E-mail: nataniel.albuquerque@ifce.edu.br.
3 Professor da Licenciatura em Geografia do Instituto Federal do Ceará (IFCE) – campus Iguatu. Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0377-1567. E-mail: cleanto.silva@ifce.edu.br.
4 Professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – campus São João do Piauí. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1486-2165. E-mail: jose.costa@ifpi.edu.br.

Agradecimentos: Nossos agradecimentos e homenagens ao grande amigo autor deste artigo e do grupo de pesquisa GeoAridus, Benedito Francisco Moreira Lourenço que partiu, mas deixou um legado de luta pela causa ambiental no estado do Ceará.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

Palavras-chave: Serra Seca. Geodiversidade. Biodiversidade. Unidade de Conservação.

ABSTRACT: The semi-arid domain where the dry mountains are found occupies more than 90% of the territory of the state of Ceará. However, most of the conservation units are in the coastal zone and in humid altitude enclaves and only 8% of the state is in protected areas. In view of the above, the article aims to analyze the importance of dry mountains in the semi-arid region of Ceará, based on the dialogue between the biodiversity of Penanduba Mountain (Coreaú and Frecheirinha) and the geodiversity of Morais Mountain (Iguatu and Orós), in the state of Ceará. as elements and important aspects for the valuation and differentiation of these environments in the Sertaneja Depression in the process of creation and management of conservation units. After reflections, it is concluded that these areas need to be re-signified in the environmental protection policy as exceptional environments on the sertaneja surface providing numerous direct and indirect environmental services essential to the local and surrounding population.

Keywords: Dry Mountain. Geodiversity. Biodiversity. Conservation Unit.

RESUMEN: El dominio semiárido donde se encuentran las montañas secas ocupa más del 90% del territorio del estado de Ceará. Sin embargo, la mayoría de las unidades de conservación se encuentran en la zona costera y en enclaves de altitud húmeda y solo el 8% del estado se encuentra en áreas protegidas. En vista de lo anterior, el artículo tiene como objetivo analizar la importancia de las montañas secas en la región semiárida de Ceará, a partir del diálogo entre la biodiversidad de la Sierra de Penanduba (Coreaú y Frecheirinha) y la geodiversidad de la Sierra de los Morais (Iguatu y Orós), en el estado de Ceará, como elementos y aspectos importantes para la valoración y diferenciación de estos ambientes en la Depresión Sertaneja en el proceso de creación y gestión de unidades de conservación. Tras reflexiones, se concluye que estos espacios necesitan ser resignificados en la política de protección ambiental como entornos excepcionales en la superficie sertaneja que aportan numerosos servicios ambientales directos e indirectos esenciales para la población local y circundante.

Palabras clave: Sierra Seca. Geodiversidad. Biodiversidad. Unidad de Conservación.

INTRODUÇÃO

A Caatinga é o principal domínio morfoclimático e bioma da região Nordeste do país. O bioma ocupa uma superfície de 844.453 km² (IBGE, 2004) correspondendo a quase 10% do território nacional e 54% da região Nordeste. A Caatinga está localizada no semiárido mais populoso do mundo (AB'SABER, 2007), porém, é um dos menos estudados e protegidos, com apenas 8% de sua área situada em unidades de conservação (UC), da qual apenas 1,3% sob proteção integral (TEIXEIRA et al., 2021).

No Ceará, um dos estados mais secos da região, 92% do seu território está inserido nas condições climáticas semiáridas apresentando uma diversidade de domínios naturais e paisagísticos esculpidos, em especial, sobre estruturas cristalinas e superfícies aplainadas da Província Borborema, mas também com áreas de exceção na faixa litorânea e nos planaltos e chapadas sedimentares e serras cristalinas interioranas em decorrência das condições topográficas e de maritimidade que delineiam também a geodiversidade regional.

No contexto da superfície sertaneja, as serras secas com níveis altimétricos que variam entre 550 e 700 metros despontam na paisagem a partir de um intenso processo de denudação (SOUZA, 2005), mas podendo ultrapassar os 1.000m como é o caso da Serra das Matas entre os municípios de Monsenhor Tabosa e Tamboril criando condições propícias à formação de solos bem desenvolvidos e dando suporte a Caatinga Arbórea e a Mata Seca (IPECE, 2007).

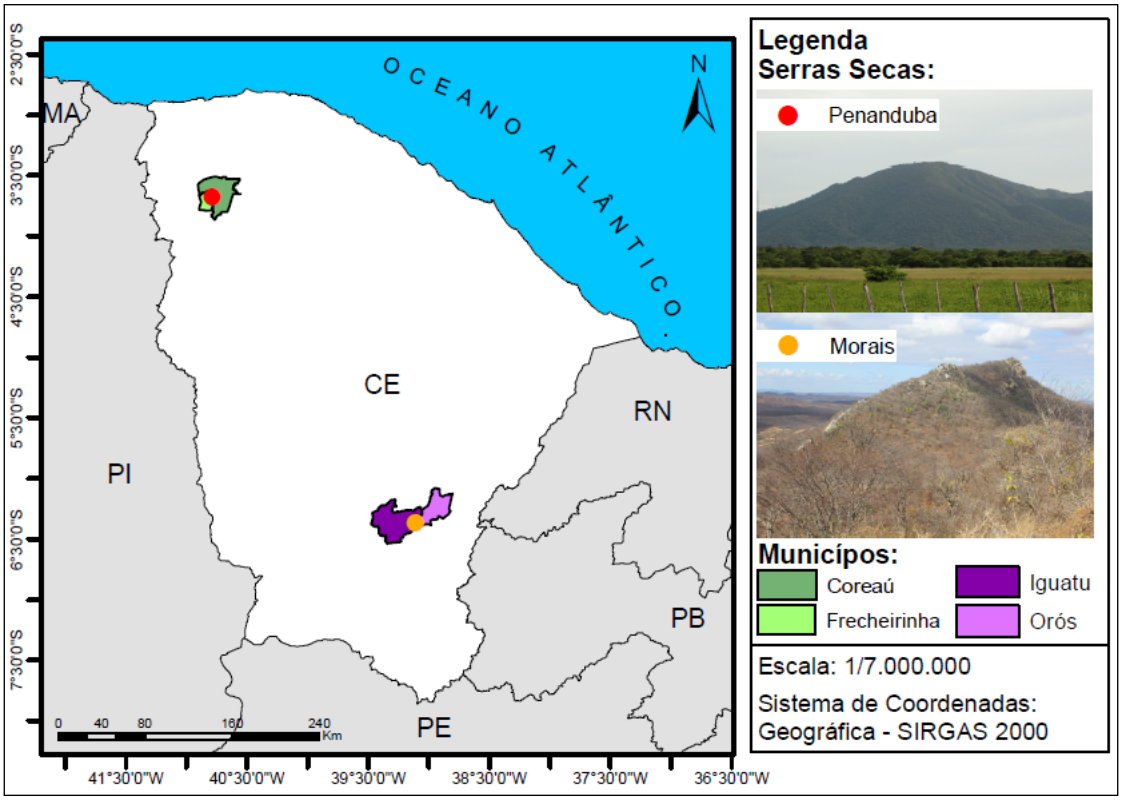
As condições climáticas e geológico-geomorfológicas do semiárido cearense abrigam uma grande biodiversidade (BRASIL, 2016; FERNANDES-FERREIRA et al., 2022) e geodiversidade (BRANDÃO; FREITAS, 2014; MAIA; NASCIMENTO, 2019) em seu território. Inseridas nesse contexto, as serras secas, com feições de destaque na paisagem sertaneja, influenciadas pelas condições topográficas, apresentam diversidades únicas que abrigam fauna e flora e características geomorfológicas de importância científica propícias a conservação e preservação em áreas protegidas que, no Ceará totalizam apenas 7% do território estadual (BRASIL, 2016).

A fragilidade natural associada ao baixo percentual de proteção dos sistemas naturais é potencializada pelo modelo de desenvolvimento da civilização no semiárido que desde a sua ocupação no século XVII promove a degradação de ambientes da Caatinga, sendo responsável pela formação de áreas em processo de desertificação provocadas pelas diversas formas de uso com ausência de técnicas de proteção e políticas de conservação dos solos.

Segundo Rocha et al. (2010), a exploração predatória da Caatinga chegou ao nível que a alternativa é a proteção de alguns fragmentos florestais em UCs ou a ampliação das áreas já existentes, ou seja, as áreas protegidas são estratégias territoriais do Brasil para a garantia da conservação da diversidade biológica no semiárido.

Diante do cenário de profunda degradação do ambiente semiárido, o desafio para ciência e gestores de políticas ambientais é a viabilizar ações práticas capazes de reduzir e/ou minimizar a pressão sobre a biodiversidade e a geodiversidade decorrentes do modelo de sociedade de consumo que transforma de forma linear o uso dos recursos naturais na produção de mercadoria, tendo como consequência a redução da biodiversidade, eliminação de espécies raras e do geopatrimônio.

Dentro desse contexto, o presente artigo visa analisar a importância da geodiversidade e biodiversidade das serras secas do semiárido cearense enquanto características e potencialidades para criação de unidades de conservação, a partir do diálogo das serras secas da Penanduba (municípios de Coreaú e Frecheirinha) e dos Morais (municípios de Iguatu e Orós), no estado do Ceará (CE) (Figura 1).



Fonte: Autores (2022).

Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo no estado do Ceará.

As duas serras em debate, inseridas no contexto da semiaridez, têm sua importância a partir de trabalhos que evidenciam o potencial da geodiversidade da serra dos Morais (OLIVEIRA et al., 2020; SILVA, L. et al., 2021; SILVA, V. et al., 2021) e da biodiversidade da serra da Penanduba (OLIVEIRA et al., 2007; COSTA, 2015; FREIRE, 2020).

GEODIVERSIDADE E BIODIVERSIDADE NAS SERRAS SECAS DO CEARÁ

As serras secas são definidas como áreas serranas isoladas nos sertões interiores da depressão sertaneja, distantes da faixa litorânea, com níveis altimétricos entre 550 e 700m dissecados em colinas rasas desenvolvidas em rochas do embasamento cristalino (SOUZA, 2005).

Para Meireles (2005), as serras secas também são denominadas de pequenos maciços residuais sertanejos, não superando os 600m, o que de certo modo, limita a incidência de chuvas mais abundantes, fato este evidenciado pela cobertura vegetal por espécies da Caatinga. Esses ambientes apresentam uma morfogênese mecânica intensa gerando feições de fraturamento e dissolução em maciços, cristas e *inselbergs* marcando a geodiversidade do semiárido brasileiro e cearense.

As inúmeras serras secas existentes no estado do Ceará apresentam uma grande variedade paisagística, produto de intensa atividade tectônica aliado a processos erosivos diferenciais e as condições atuais de altitude e continentalidade, evidenciando diferentes

tipos de litologias, formas e coberturas pedo-vegetacionais expressas na biodiversidade e geodiversidade resultando numa conjugação de elementos da geodiversidade e biodiversidade que, segundo Brilha (2005), precisam ser compreendidas de forma integrada.

Gray (2004, p. 31) define geodiversidade como "*the natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils) geomorphological (landform, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems*", a qual precisa ser compreendida como suporte da biodiversidade ou diversidade biológica, entendida pela Convenção sobre Diversidade Biológica (BRASIL, 2000, p. 09) como:

> "a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas".

A geodiversidade da Depressão Sertaneja semiárida destaca-se em função dos expressivos afloramentos rochosos com mantos de intemperismo e solos pouco desenvolvidos, evidenciando na paisagem os aspectos estruturais marcados por maciços rochosos, falhas, lineamentos, etc. diferente do ressaltado por Botelho (1999) para as regiões tropicais úmidas, onde ocorre a maior ênfase ao estudo de solos em detrimento das rochas, fato este relacionado à presença de uma cobertura pedológica relativamente profunda.

Entre os estudos pontuais que destacam a geodiversidade do estado do Ceará podemos citar os *inselbergs* da unidade de conservação do Refúgio da Vida Silvestre Pedra da Andorinha, Sobral (ROCHA et al., 2019) e do maciço residual de Uruburetama (LIMA et al., 2019), além da proposta do Geoparque Sertão Monumental englobando os campos de *inselbergs* do Sertão Central (FREITAS et al. 2019).

As características litoestruturais e a geodiversidade das serras secas servem de suporte as diferentes fitoecologias da Caatinga, variando do porte arbóreo ao arbustivo e de densidade aberta até a fechada. No tocante ao estado do Ceará, Moro et al., (2015) destacam a existência de dois grandes grupos florísticos, a Caatinga do cristalino e a Caatinga do sedimentar, evidenciando a influência da estrutura geológica, além das condições pluviométricas e térmicas na tipologia das espécies.

Assim, Moro et al., (2015) consideram que a Caatinga do cristalino, por exemplo, é uma única unidade fitoecológica, ao invés de três unidades distintas (Caatinga arbórea, Caatinga arbustiva densa e Caatinga arbustiva aberta) superando uma abordagem restrita a análise das variações do porte e densidade.

As discussões apresentadas por meio dos estudos mais atuais do campo da geodiversidade e biodiversidade revelam a necessidade de estudos integrados e em escalas de maior detalhe entre Biogeografia, Geologia, Geomorfologia e Pedologia, por exemplo, a fim de revelar a heterogeneidade paisagística das serras secas do Ceará identificadas no contexto da Depressão Sertaneja, muitas vezes, apenas pela sua diferenciação altimétrica em relação a superfície adjacente, relegando a um segundo plano as variações ecológicas, pedológicas e hidrológicas.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: TERRITÓRIOS E CONFLITOS AMBIENTAIS

Para garantir a manutenção da geodiversidade e da biodiversidade das serras secas, torna se fundamental pensar a conservação desses territórios, com vista a controlar, minimizar a degradação dos seus recursos naturais e possibilitar os serviços ambientais oferecidos as populações locais.

As UCs, sejam elas de uso sustentável ou proteção integral são territórios protegidos por lei com diferentes interesses e usos sobre estas áreas. Conceitualmente o território é visto como um espaço de relações de poder (SOUZA, 2000) e como suporte a infraestrutura de um país, onde os indivíduos se deslocam e encontram os recursos minerais (SPÓSITO, 2004).

Nesta pesquisa, entretanto, considera-se o conceito de território usado (SANTOS; SILVEIRA, 2001), como o uso do território por pessoas ou grupo social, englobando não apenas relação de poder, mas também as relações econômicas e simbólicas. Para Santos (2009, p. 96) pensar o território é pensar sobre a noção de território usado:

> O Território não é apenas o resultado da superposição de um conjunto de sistemas naturais e um conjunto de sistemas de coisas criadas pelo homem. O Território é o chão e mais a população, isto é, uma identidade, o fato e o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence. O Território é a base do trabalho, da residência, das trocas materiais e espirituais e da vida, sobre os quais ele influi (SANTOS, 2009, p. 96).

É nessa perspectiva que deve ser pensada a conservação da geodiversidade e da biodiversidade dos territórios usados por grupos sociais, que se apropriam desses espaços, que fazem o uso público e estabelecem relações econômicas e simbólicas com os elementos e aspectos componentes da paisagem. Com isso, as duas serras secas estudadas nesta pesquisa são territórios usados, onde diferentes grupos sociais utilizam-se dos serviços ambientais permitindo, por exemplo, a prática esportiva, religiosa e de contemplação (OLIVEIRA et al., 2020), além do extrativismo vegetal, da caça predatória e do acesso a água nos períodos de seca (COSTA, 2015).

Portanto, para garantir a manutenção das relações dos grupos sociais com os ambientes, torna-se necessário garantir sua conservação ou preservação das serras secas fundamentando-se na análise integrada dos recursos naturais existentes nas serras e nos serviços ambientais oferecidos para as populações locais e do entorno.

Para Borba (2011), historicamente, o movimento pela conservação da natureza deu ênfase a proteção da biodiversidade culminando no Brasil com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) no ano 2000 (BRASIL, 2000), mesmo período em que tiveram início as primeiras discussões sobre a geodiversidade e geoconservação no Brasil com destaque para os trabalhos da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Sigep) e do *Geopark* Araripe, no estado do Ceará.

Essa distância temporal ocasionou uma abordagem indireta e secundária das feições geomorfológicas, geológicas, antropológicas e arqueológicas no contexto da paisagem

evidenciando a importância da biodiversidade em detrimento da geodiversidade. Essa visão clássica de conservação é reforçada pela ideia de um protecionismo marcado pelo isolamento da flora e fauna em áreas protegidas em relação a ocupação antrópica, o que Diegues (1996), denomina de *mito moderno da natureza intocada*.

A superação desse modelo, enquanto desafio, estabelece a necessidade do pensar a racionalidade ambiental na reapropriação da natureza buscando segundo Leff (2006) o entendimento de que o homem é parte integrante da natureza, com sentimento holístico na relação sociedade-natureza.

Após 22 anos, o SNUC mantém-se frágil na implementação das políticas de conservação, algo decorrente da falta de prioridade do poder público, pouco envolvimento da população no processo de criação e gestão das UCs, sobretudo para áreas protegidas da categoria de proteção integral, como também a ausência de recursos financeiros para promover a regulação fundiária (LOURENÇO; CARACRISTI, 2016).

Com isso, problemas socioambientais gerados, muitas vezes pelo poder público em decorrência da rigidez ou concessões extremas nos processos de criação e/ou gestão, podem evoluir para conflitos ambientais, a exemplo dos impasses quanto a regularização fundiária com proprietários do entorno do Parque Nacional de Ubajara, desde a sua criação em 1959 contribuindo negativamente para a viabilidade das ações de proteção da UC (LOURENÇO; CARACRISTI, 2016). Outro exemplo, é a intensificação dos processos erosivos e até a destruição dos "labirintos" das falésias, bem como a extração de areias coloridas para confecção de artesanato no Monumento Natural das Falésias do Beberibe, pois o passeio pelas voçorocas da falésia e a aquisição das garrafas de areia colorida estão entre os principais atrativos da UC (SUGAHARA; SOUZA, 2010).

Nesse contexto, Acselrad (2004, p. 26), define conflito ambiental como

> aqueles envolvendo grupos sociais com modos diferenciados de apropriação, uso e significação do território, tendo origem quando pelo menos um dos grupos tem a continuidade das formas sociais de apropriação do meio que desenvolvem ameaçada por impactos indesejáveis – transmitidos pelo solo, água, ar ou sistemas vivos – decorrentes do exercício das práticas de outros grupos.

Reconhecendo as contradições e fragilidades da política ambiental, Maciel (2010) propõe como alternativa para minimizar a degradação da Caatinga, a criação de UCs sobretudo, no Nordeste semiárido, como estratégia para garantir a conservação da diversidade biológica. No tocante à geodiversidade, cabe ressaltar a importância dos monumentos naturais como categoria de UC de proteção integral que na sua concepção geralmente destacam a conservação ou preservação de formações geológicas e geomorfológicas da paisagem (SILVEIRA et al., 2018).

Vale ressaltar que as áreas prioritárias para conservação dos recursos naturais no Ceará estão especialmente na zona costeira e nas áreas úmidas dos enclaves de Mata Atlântica (SILVEIRA et al., 2018), com exceção de UCs como as estações ecológicas (ESECs) de Aiuaba e do Castanhão, situadas na Depressão Sertaneja.

De acordo com o Inventário Florestal do Ceará (BRASIL, 2016), apenas 7% do território estadual estão em áreas protegidas [UCs], das quais 57% são áreas florestais e as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) são responsáveis pela maior parte dessas áreas protegidas, sendo a categoria de UC com menores restrições de uso e ocupação. No tocante a cobertura florestal[5] do estado do Ceará, a Savana-Estépica (Caatinga) é a tipologia predominante ao cobrir 7,4 milhões de hectares sendo a vegetação predominante também nas serras secas semiáridas.

Do ponto de vista das regiões estaduais, entre as maiores taxas de cobertura florestal estão as microrregiões de Meruoca (87%) e Coreaú (86%), enquanto a microrregião de Iguatu que inclui Orós, possui apenas 42% de cobertura florestal (Tabela 1). Parte dessa cobertura florestal das microrregiões de Coreaú e Iguatu estão nas áreas serranas em análise, respectivamente, na Serra da Penanduba e dos Morais.

Tabela 1. Área de florestas por microrregiões no estado do Ceará (2009), com destaque para as microrregiões de Coreaú e Iguatu.

Ordem	Microrregião	Área total (ha)	Área de floresta (ha)	Proporção de floresta (%)
1º	Meruoca	28.845	25.112	87
2º	**Coreaú**	**206.964**	**177.019**	**86**
…	…	…	…	…
24º	**Iguatu**	**476.289**	**200.379**	**42**
…	…	...	...	...
32º	Chorozinho	128.963	25.362	20
33º	Pacajus	41.446	6.196	15
	Ceará	**14.892.047**	**8.465.883**	**57**

Fonte: BRASIL (2016).

Diante dos dados e discussões apresentadas, percebe-se a concentração de unidades de conservação fora do ambiente semiárido cearense, assim como as elevadas taxas de desmatamento em algumas microrregiões do estado. Da mesma forma, percebe-se que há um maior interesse em conservar/preservar as áreas florestais, ou seja, a biodiversidade em detrimento da geodiversidade como ressaltam Silveira et al. (2018) ao chamarem atenção para o fato de que a maior parte das UCs do Ceará não possuem objetivos voltados para a proteção da geodiversidade, mesmo possuindo elementos abióticos de importante valor na sua paisagem.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se, em linhas gerais, pelo caráter exploratório operacionalizado por técnicas da pesquisa documental acerca de duas áreas serranas selecionadas como campo empírico para o estudo de caso. Metodologicamente, a pesquisa estrutura-se em três etapas, descritas a seguir.

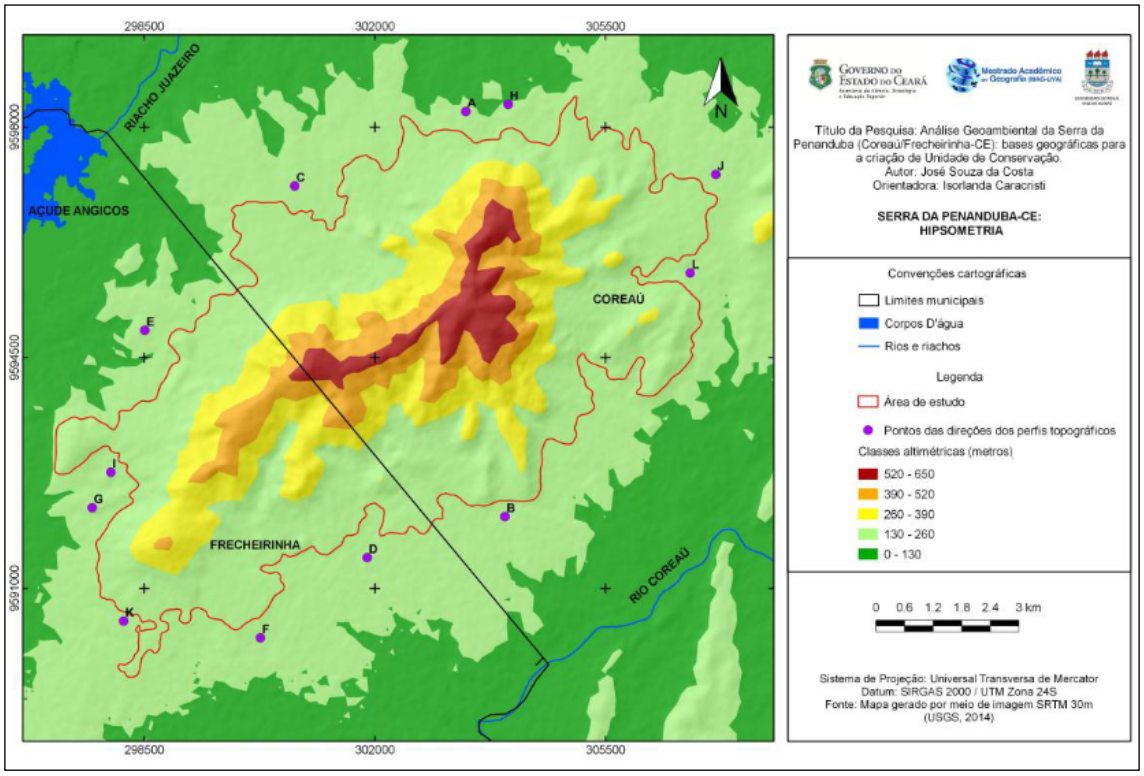
A primeira etapa consiste em um estudo que contempla o universo das áreas protegidas no bioma Caatinga e, mais especificamente, das unidades de conservação federais e estaduais no domínio das unidades geoambientais, em especial, das serras secas no estado do Ceará (BRASIL, 2016; MORO et al., 2015).

A segunda etapa consiste na caracterização dos principais aspectos físico-naturais e socioeconômicos que caracterizam a Serra da Penanduba (COSTA, 2015; FREIRE, 2020) e a Serra dos Morais (OLIVEIRA et al, 2020; SILVA L. et al., 2021).

A terceira e última etapa, contempla a análise dos principais elementos da biodiversidade (BRASIL, 2000) e geodiversidade (GRAY, 2004; BRILHA, 2005) presentes nas áreas e nos documentos oficiais e não-oficiais que referenciam as propostas de criação de unidades de conservação nas referidas áreas de estudo.

SERRA DA PENANDUBA: BIODIVERSIDADE NO ALTO RIO COREAÚ

A Serra da Penanduba com uma área de 42 km^2 [6] está situada na divisa entre os municípios de Coreaú e Frecheirinha, região noroeste do Ceará (Figura 2). O principal acesso ao topo ocorre na vertente norte pela CE-240, a 12 km da cidade de Coreaú até a localidade de Cunhassú dos Sales e, desta, por mais 7 km até a base por rodovia vicinal atingindo os 145 m de altitude onde se inicia a caminhada pela trilha até o topo com altitude em torno de 620m.



Fonte: COSTA (2015).

Figura 2. Mapa hipsométrico da Serra da Penanduba, nos municípios de Coreaú e Frecheirinha, Ceará.

Do ponto de vista geológico-geomorfológico, a Serra da Penanduba está assentada nos arenitos grosseiros conglomeráticos, anquimetamórficos (fluvio-marinho) da Formação Trapiá, do Grupo Ubajara com a presença de depósitos colúvio-eluviais na vertente norte-noroeste (VASCONCELOS et al., 2004). Com relação aos solos, predominam os Neossolos Litólicos com pequena espessura e muita pedregosidade, mas com a ocorrência significativa de Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, na borda sudeste, setor de barlavento.

A serra também guarda indícios em uma pequena mancha de colúvios a noroeste, possivelmente transportados das encostas da Ibiapaba no período Holoceno, na era Cenozóica, e geomorfologicamente identificado como tabuleiro (MOURA-FÉ, 2015).

A referida serra encontra-se em um ambiente de transição climática entre o Tropical Quente Subúmido predominante no *glint* da Ibiapaba e o Tropical Quente Semiárido da depressão do Rio Coreaú gerando condições climáticas diferenciadas, em especial no topo, em relação ao entorno no tocante à umidade relativa do ar e temperatura evidenciando o geossistema como ambiente de exceção climática na superfície sertaneja regional.

As temperaturas diurnas apresentam uma redução de até 9°C em relação ao entorno, enquanto a umidade relativa do ar no período diurno chega a 20% de diferença em relação a depressão (COSTA, 2015) propiciando condições térmicas e hidrológicas atuais e pretéritas para a existência de liquens nas plantas, nascentes e processos incipientes de laterização.

Em 2013, a quase totalidade (99%) da área estava recoberta pela vegetação de Caatinga em diferentes estágios. Desse total, 28,5% encontravam-se degradada, 52,7% parcialmente degradada e, apenas 14,8% conservada (COSTA, 2015).

As características vegetacionais e climáticas criaram um habitat natural para a onça-parda suçuarana (*Puma concolor* Linnaeus, 1771) e, principalmente, para o macaco-guariba (*Alouatta ululla* Elliot, 1912), um primata de porte médio já registrado a partir de avistamento e vocalizações evidenciando o geossistema como um importante refúgio florestal no contexto da semiaridez regional (Figura 3).

Encravada na Depressão Sertaneja, a serra tem sofrido ao longo dos tempos a pressão sobre seus recursos florestais, em especial o corte raso de espécies nativas da Caatinga, para fabricação de cerca e carvão e até para pequenas serrarias nas cidades de Coreaú e Frecheirinha, além da lenha como matriz energética para calcinação da cal nas caieiras da região (ALBUQUERQUE, 2019), importante atividade econômica regional que bordeja a serra, por meio dos calcários dos campos Frecheirinha e Penanduba (ALBUQUERQUE, 2015).

Entre as espécies retiradas estão: Angico (*Anadenanthera colubrina*); Ipê roxo ou Pau D'arco *(Tabebuia impetiginosa*); Cedro (*Cedrela odorataLin*); Amburana de Cheiro ou Cumaru (*amburana cearensis Allemão)*, Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), Pau-branco (*Auxema oncocalyx* Fr. All) e Frejorge (*Cordia trichotma*); Rabugem *(Platymiscium piliferum*) (COSTA, 2015).



Fonte: fotos A, B e C (COSTA, 2015); foto D (ARAQUÉM NEWS, 2022).

Figura 3. Indicadores ambientais de exceção da Serra da Penanduba: (A) nascente; (B) líquen; (C) Angico Vermelho, espécie de grande porte; (D) macaco Guariba.

A partir da construção dos açudes Angicos e Diamante na bacia do rio Coreaú, na década de 1990, os quais são abastecidos por rios com nascentes localizadas também na Serra da Penanduba acelerou-se o desmatamento no seu entorno, sendo perceptível a degradação avançando até o sopé da serra ameaçando a sua biodiversidade.

Diante das ameaças de degradação, nos últimos 15 anos ganhou força a proposta de criação de uma UC na área, principalmente a partir das ações e projetos da organização não-governamental (ONG) Fundação Centro de Integração Social – Fundação CIS com sede em Coreaú e do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú. Entre os anos de 2007 e 2010, mais especificamente, foi inserida a proposta de criação da UC, a partir de demanda encaminhada pelo Projeto Corredores (MMA, 2022) realizado entre o *glint* da Ibiapaba e o maciço residual da Meruoca executado pela ONG Fundação CIS.

A proposta culminou com a realização de uma audiência/consulta pública em 2014 na cidade de Frecheirinha, convocada pela Câmara de vereadores, gerando uma carta aberta assinada por várias instituições da sociedade civil e do poder público, fortalecendo a elaboração de requerimento pela Fundação CIS ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), propondo a princípio a categoria de refúgio da vida silvestre (REVIS) e solicitando estudos técnico de viabilidade da proposta.

Em 2018, o comitê da Bacia Hidrográfica do Coreaú retoma a proposta e apresenta como uma das três demandas prioritárias do colegiado ao governo do Estado que foi selecionada entre as cinco prioritárias da política estadual de conservação no segundo semestre de 2019 como parte do Projeto "Nascentes" coordenado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado.

A nível local, segundo a Fundação CIS, foi criado o grupo de trabalho Pró-Proteção da Penanduba pelas seguintes instituições: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Fundação CIS, Câmara de Vereadores de Frecheirinha, Associação de Desenvolvimento Comunitário da Penanduba e o ICMBio através das equipes das UCs federais do entorno da Penanduba, o Parque Nacional de Ubajara e a Área de Proteção Ambiental da Serra da Ibiapaba.

Vale salientar como obstáculo no processo, a ausência do município de Coreaú nas discussões, o que torna mais difícil e enfraquece politicamente a proposta, pois uma parte significativa da serra pertence ao território do referido município.

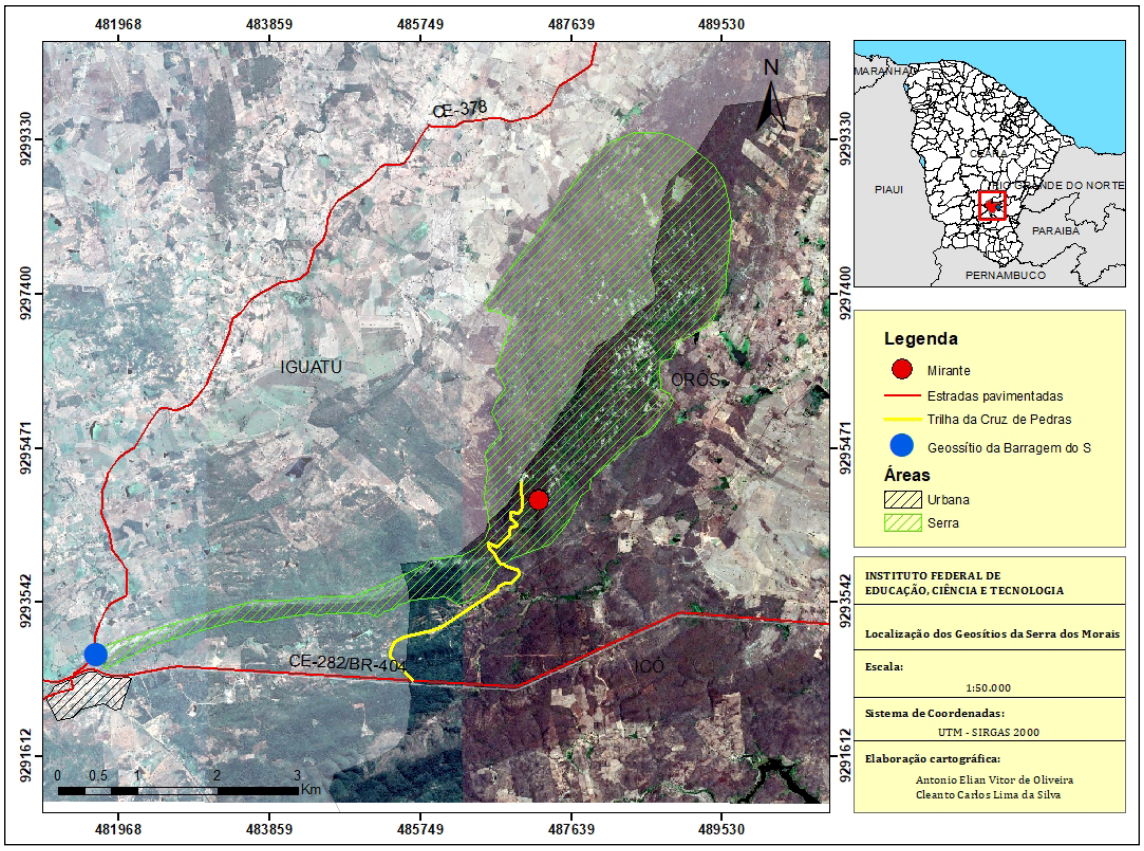
Diante da importância e representatividade biológica e ambiental, marcada pela diversidade de fauna ameaçada de extinção e importância para geoconservação dos recursos hídricos foi proposto pelo CBH Coreaú, a categoria de REVIS com aproximadamente de 21.000 hectares. Vale ressaltar que o estado do Ceará possui uma única UC dessa categoria, a Reserva de Vida Silvestre do Periquito Cara-Suja em áreas remanescentes de Mata Atlântica no Maciço de Baturité com 39,12 hectares criada no ano de 2018.

A criação de uma UC na Serra da Penanduba configura-se como uma condição necessária para a criação de um corredor ecológico por meio do Rio Coreaú e seus afluentes ligando a Serra da Meruoca (leste) ao *Glint* da Ibiapaba (oeste), dois relevos úmidos de grande porte na região com unidades de conservação federais.

Do ponto de vista da geodiversidade, Meira et al. (2020) também inserem a Serra da Penanduba no contexto das paisagens e formações geomorfológicas pela valoração na relação com o geossítio Sítio do Bosco na Ibiapaba, um geopatrimônio da Ibiapaba, pois pode ser vista a partir do mirante do sítio.

SERRA DOS MORAIS: GEODIVERSIDADE NO LIMITE DA BACIA SEDIMENTAR DO IGUATU

A Serra dos Morais, também conhecida como Monte Cruz de Pedra, possui 22 km^2 está localizada na divisa entre os municípios de Iguatu e Orós na região Centro-Sul do Ceará. O principal acesso ocorre pela CE-282, a 15 km da cidade de Iguatu até o início da estrada vicinal após o distrito de José de Alencar, e deste ponto 4,2 km de estrada vicinal até o topo (Figura 4).



Fonte: OLIVEIRA et al. (2020).

Figura 4. Mapa de localização da Serra dos Morais, na divisa dos municípios de Iguatu e Orós, Ceará.

O geossistema serrano consiste num relevo formado pelo contato litológico entre o alinhamento de orientação E-W da crista quartzítica com o *inselberg* de constituição granítica onde encontra-se o topo (485 m), na divisa entre os municípios de Iguatu e Orós destacando-se na paisagem regional na borda leste da bacia sedimentar do Iguatu, servindo como divisor de água de afluentes dos açudes Lima Campos e Orós.

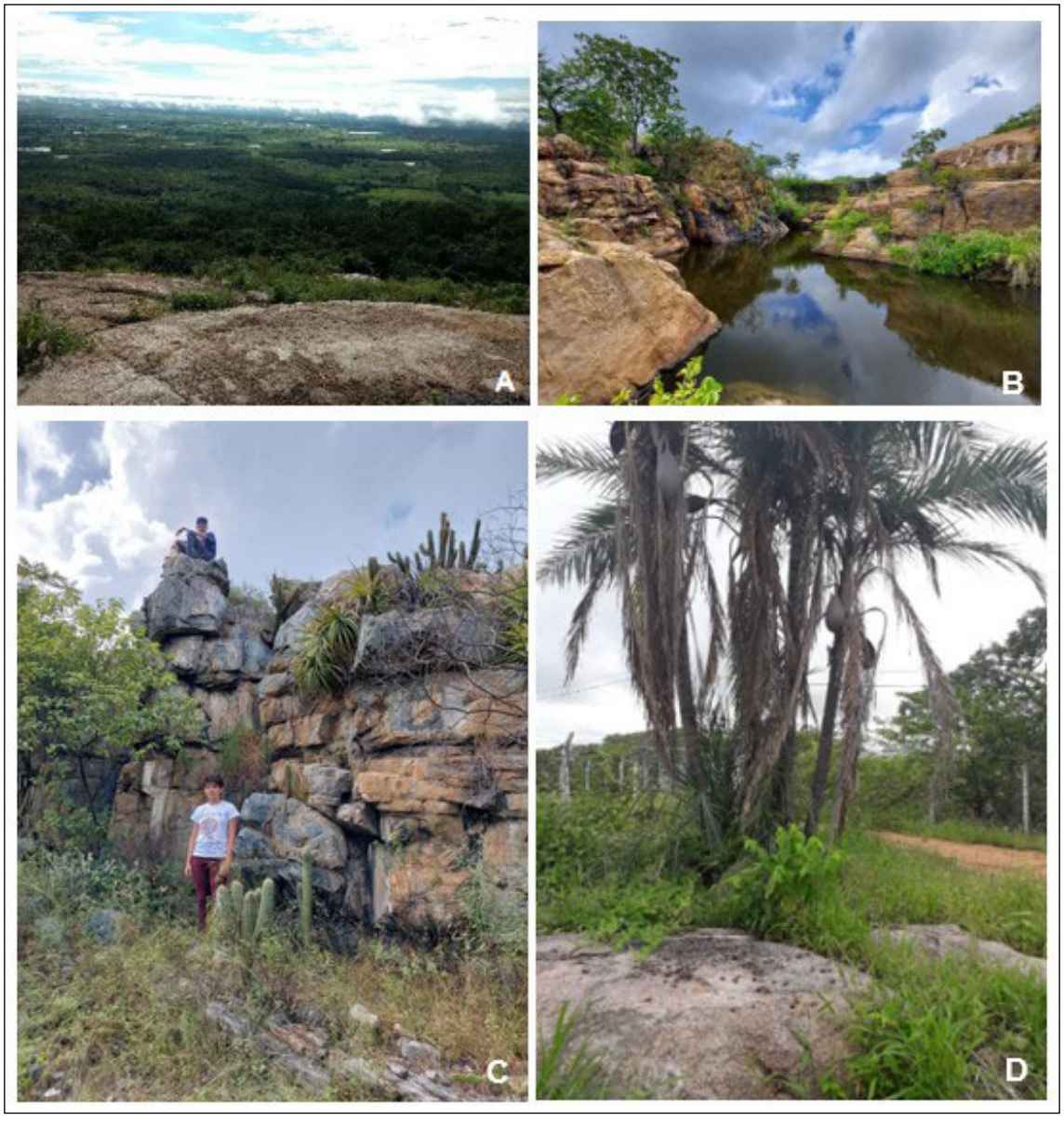
O topo, denominado Cruz de Pedra pela população local, configura-se como uma formação geológica de contato de rochas ígneas e metamórficas caracterizado pela existência de mirantes naturais. Os processos erosivos observados no percurso de subida da serra, resultam da presença de processos morfológicos bem ativos, como intemperismo físico nas rochas (Figura 5), causando fraturas e desgaste no solo, evidenciando em alguns pontos com perda da cobertura pedogenética.

A altitude do relevo residual representando uma área de exceção na Depressão Sertaneja permite uma maior umidade, possibilitando a ocorrência de espécies vegetais não típicas no sertão e possibilitando o abrigo de espécies de macacos que se utilizam dos frutos da espécie vegetal palmeira Catolé (*Syagrus cearenses* Noblick) (Figura 5), espalhando as sementes no entorno da serra e propiciando uma grande ocorrência da espécie (OLIVEIRA et al., 2020).

A palmeira Catolé ocorre em áreas serranas e de florestas sazonais nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas em altitudes que variam de 100 a 750 m de altitude,

sendo uma espécie endêmica do Brasil com distribuição restrita à região Nordeste nos domínios fitogeográficos da Caatinga e Mata Atlântica (NOBLICK, 2004; BFG, 2018).

No tocante a geodiversidade, a serra se destaca pela ocorrência de geossítios de interesse científico, turístico e educativo, com destaque para os geossítios *Trilha e Mirante da Cruz de Pedra* e *Barragem do S e Crista Quartzítica* (OLIVEIRA et al., 2020; SILVA L. et al., 2021) (Figura 5) como macro e microfeições que se destacam na paisagem. Além dos usos voltados para a proteção dos elementos da geodiversidade na área serrana, ocorre também a valoração econômica das rochas e minerais, em especial, do quartzito e da magnesita como minério com registro de áreas de extração na serra e entorno próximo.



Fonte: Autores (2022).

Figura 5. Geodiversidade e biodiversidade da Serra dos Morais: (A) paisagem vista do mirante; (B) microcanyon da barragem do S; (C) crista quartzítica; (D) palmeira Catolé (*Syagrus cearenses* Noblick).

A riqueza mineral existente na serra e no perímetro do distrito de José de Alencar, delineia as características dos principais conflitos ambientais, os quais estão ligados à mineração que se iniciou por volta de 1950 com a presença de mineradoras de magnesita na região. Mais recentemente, no ano de 2018, houve o interesse de exploração do quartzito na Serra dos Morais nas proximidades do geossítio *Barragem do S*, gerando descontentamento na população do distrito que se mobilizou para o barramento das ações da atividade.

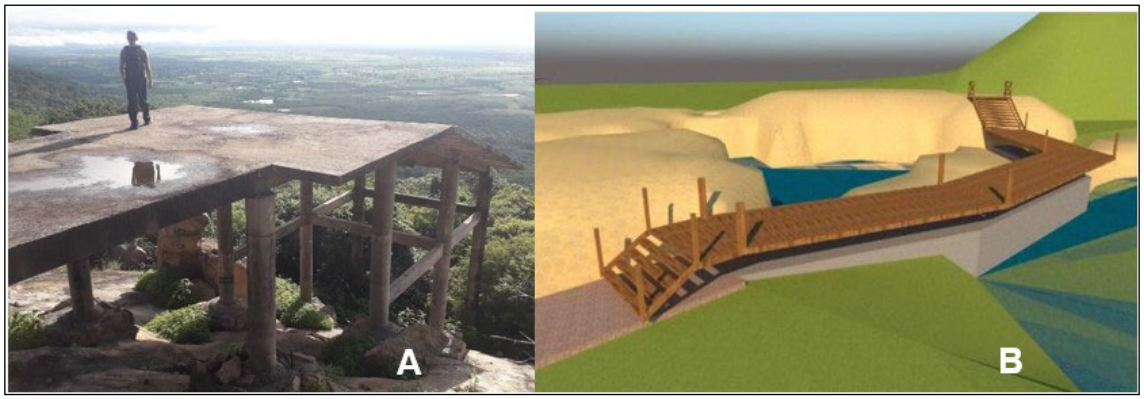
A articulação da comunidade, liderada pelo Conselho Popular do distrito desencadeou a realização de uma audiência pública na Câmara de Vereadores de Iguatu em maio de 2018 resultando no cancelamento da carta de anuência e, consequentemente, no embargo da atividade mineradora. Vale ressaltar que a empresa possuía autorização para pesquisa mineral pela Agência Nacional de Minérios (ANM) e carta de anuência da gestão municipal.

Diante dos conflitos existentes entre a atividade mineradora e a população, que resultou no embargo da pesquisa mineral para exploração de quartzito, a população local propôs a criação de uma unidade de conservação municipal, na categoria área de preservação ambiental (APA) destacando o potencial abiótico e cultural da Serra dos Morais.

Tendo em vista todo o processo minerário no qual o distrito está inserido, sendo evidente seus grandes impactos, foi observado pela comunidade e por pesquisadores da região (OLIVEIRA et al., 2020; SILVA, L. et al., 2021; SILVA, V. et al., 2021) que por meio de tal território de conservação seria possível a manutenção tanto dos elementos paisagísticos, como os culturais, que são riquíssimos para a localidade regulando o fluxo do turismo local com o propósito de contemplação da paisagem para as mais diversas finalidades (prática esportiva e religiosa, por exemplo), um dos principais aspectos de valoração da geodiversidade local pela população regional.

Nesse contexto, o município de Iguatu, através da Secretaria de Meio Ambiente em edital publicado em 2019 pela Secretaria Estadual de Meio Ambiental (SEMA), por meio do Programa Pró-Unidade de Conservação Municipal (Pró-UCM) manifestou o interesse na criação de UCs municipais para a proteção da Serra dos Morais e das lagoas urbanas e periurbanas.

No tocante a proposta de UC na serra, a prefeitura municipal possui um projeto de urbanização, em especial, do entorno da barragem do S que conta com áreas para prática de caminhadas, jardins e jardineiras, estacionamento, iluminação pública e até um restaurante (JORNAL A PRAÇA, 2021), que em articulação com a APA propiciaria o turismo sustentável na área (Figura 6).



Fonte: (A) Autores (2022); (B); Jornal A Praça (2021).

Figura 6. Infraestrutura existente e planejada para Serra dos Morais: rampa de voo livre no topo da Cruz de Pedra (A) e projeto planejado pela prefeitura municipal para a barragem do S (B).

A área de proteção ambiental na Serra dos Morais, uma unidade de uso sustentável proposta pela comunidade local, associada ao potencial da geodiversidade, mediante a existência de dois geossítios: Trilha de Cruz de Pedra e Crista Quartzítica e Barragem do S revelam o potencial de organização social e do sistema físico-natural da área para a concretização da proposta, desde que se compreenda a serra como um geossistema natural único e não como parte integrantes de territórios municipais isoladamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atributos da geodiversidade e da biodiversidade das Serras dos Morais e da Penanduba, respectivamente, colocam-se no debate como elementos centrais de um processo de reconhecimento das serras secas como importantes geossistemas semiáridos, prestadores de serviços ambientais com enormes potenciais ecológico e educacional para o estado do Ceará.

Esse processo passa pelo fortalecimento do debate da geodiversidade na política ambiental brasileira e cearense, ainda muito restrito à biodiversidade e, no caso da geodiversidade, à discussão no território do *geopark* Araripe e na proposta do geoparque Sertão Monumental, em Quixadá e Quixeramobim.

Do outro lado, é evidente a necessidade de um diálogo entre os territórios municipais na perspectiva do reconhecimento dos recortes naturais geomorfológicos e não simplesmente, político-administrativos, um maior envolvimento das populações atendidas/atingidas, além de uma maior integração entre a gestão pública dos municípios envolvidos.

Os conflitos ambientais nas duas áreas não estão relacionados à ocupação populacional direta, pois possuem uma densidade quase nula. Os principais impactos e conflitos ambientais estão ligados aos recursos naturais valorados, ocasionando o desmatamento e a caça predatória na Penanduba, e a mineração e o lazer, no caso dos Morais necessitando, portanto, um ordenamento territorial-ambiental.

Quanto às categorias propostas pelos agentes envolvidos nas áreas, se fazem necessários estudos técnicos mais complexos para a tipificação das categorias das áreas protegidas, os quais devem partir das especificidades no contexto natural e socioeconômico e cultural, pois os estudos ainda são escassos e recentes, principalmente, produtos de pesquisas dos cursos de Geografia e Biologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) (Penanduba) e do curso de Geografia do Instituto Federal do Ceará (IFCE), *campus* Iguatu *(*Morais).

NOTAS

5 "Florestas são áreas medindo mais de 0,5ha com árvores maiores que 5m de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros in situ. Isso não inclui terra que está predominantemente sob uso agrícola ou urbano" (FAO, 2015 *apud* BRASIL, 2016, p. 16).
6 Área calculada a partir da cota altimétrica de 200m.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil** – potencialidades paisagísticas. 4ª edição, 2007. Ateliê Editorial: São Paulo 144 p.
ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: ACSELRAD, H. (org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Fundação Heinrich Böll. 2004. p. 14-35.
ALBUQUERQUE, F. N. B. de. **Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE)**. Rio Claro: UNESP. Tese (Doutorado em Geografia). 2015.
ALBUQUERQUE, F. N. B. de. Organização espacial das caieiras e fornos de cal no campo calcário Aroeiras, municípios de Coreaú e Sobral (CE): passado e presente. **Revista de Geociências do Nordeste** [online] 5, 2019, 157-175.
ARAQUÉM NEWS. **1º pernoite e visita ao topo da serra da Penanduba**. Acesso em: 15 jan 2021. Disponível em: <http://araquemce.blogspot.com/2013/04/1-pernoite-e-visita-ao-topo-da-serra-da.html>. 2022.
BFG. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**. v. 69, p. 1513-1527. 2018.
BORBA, A. W. de. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa em Geociências**. Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3-, 2011.
BOTELHO, R. G. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos** – conceitos, temas e aplicações. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. p. 269-300.
BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM, [S. l.] Fortaleza, 214 p., 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ceará: **Inventário Florestal Nacional Brasileiro**. Brasília: MMA, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Brasília: MMA, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Brasília: MMA, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto 325-MA**. Construção de micro-corredores ecológicos na Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú. 2022. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/substancias-controladas-pelo-protocolo-de-montreal/brometo-de-metila/item/8603-325-ma.html>. Acesso em: 22 jan 2022.

BRILHA, J. **Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005.

COSTA, J. S. **Análise geoambiental da Serra da Penanduba (Coreaú/Frecheirinha):** bases geográficas voltadas à criação de unidade de conservação. Sobral/CE: UVA. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2015.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec. 1996. 169 p.

FREIRE, R. N. L; CARACRISTI, I. **Estudo biogeográfico da Serra da Penanduba como base científica à implantação do corredor ecológico Meruoca-Ibiapaba (Ceará, Brasil)**. Sobral/CE: UVA. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2020.

FREITAS, L. C. B; MONTEIRO, F. A. D; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. **Projeto geoparques** – proposta Geoparque Sertão Monumental. Fortaleza: CPRM. 2019.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Wiley & Sons, Ltda. 2004.

FERNANDES-FERREIRA, H.; PAISE, G.; GURGEL-FILHO, N.M; MENEZES, F.H.; GUERRA, T.S.L, RODRIGUES, A.K.; BECKER, R.G.; FEIJÓ, J.A. 2021. **Lista de Mamíferos Continentais do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/mamiferos>. Acesso em: 12 fev 2022.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. **Mapa de biomas do Brasil:** primeira aproximação. IBGE, Rio de Janeiro. 2004.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. **Mapa de unidades fitoecológicas do estado do Ceará**. 2007. Acesso em: 21 dez 2021. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/125.htm>.

JORNAL A PRAÇA. **Conselho de moradores quer criar APA da Serra do Morais**. 17.04.2021. Disponível em: <https://www.jornalapraca.com.br/conselho-de-moradores-quer-criar-apa-da-serra-do-morais/>. Acesso em: 22 mar 2022.

LEFF, E. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Trad. de Luís Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LIMA, D. L. S; BASTOS, F. H; CORDEIRO, A. M. N; MAIA, R. P. Geomorfologia granítica do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**.

(Online), São Paulo, v.20, n.2, (abr-jun) p.373-395, 2019.

LOURENÇO, B. F. M; CARACRISTI, I**.** Desafios e conflitos socioambientais na área do entorno do parque Nacional de Ubajara (CE). CARACRISTI, I (org.). **Diversidade Socioespacial e questões ambientais do Semiárido Brasileiro**. Sobral: Edições UVA: Secult, 2016.

MACIEL, B. A. Unidades de conservação no bioma Caatinga. In: GARIGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. S. B; CESTARO, L. A; KAGEYAMA, P. Y. (orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro. 2010. P. 76-81.

MAIA, R. P; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v. 19, n. 2, (abr-jun) p.373-389, 2018.

MEIRA, S. A.; ARNEDO, M. T. E.; NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, E. V. O potencial educativo do patrimônio geológico: estudo sobre o Geossítio Sítio do Bosco. **Revista Geosaberes.** Fortaleza, v. 11, p. 162-179, 2020.

MEIRELES, A. J. A. As unidades morfo-estruturais do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTI, T. C; DANTAS, E. W. C; SOUZA, M. S. **Ceará**: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

MORO, M. F; MACEDO, M. B; MOURA-FÉ, M. M. de; CASTRO, A. S. F; COSTA, R. C. da. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**. vol.66 no.3 Rio de Janeiro July/Sep. 2015.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução geomorfológica da Ibiapaba Setentrional, Ceará:** gênese, modelagem e conservação. Fortaleza/CE: UFC. Tese (Doutorado em Geografia). 2015. 307 f.

NOBLICK, L. R. *Syagrus cearensis*, a twin-stemmed new palm from Brazil. **Palms**. v. 48, n. 2, 2004. p. 70-76.

OLIVEIRA, A. E. V; LOPES, M. V. R; SILVA, L. S; ALBUQUERQUE, F. N. B. Elementos da geodiversidade da serra dos Morais no distrito de José de Alencar (Iguatu-CE). **Revista Homem, Espaço e Tempo**. 14 (2), 09-23. 2020.

OLIVEIRA, M. M., FERREIRA, J. G., MOTA, G. L. S., SOARES, S. G. Mapeamento das áreas de ocorrência de Alouatta ululata-Etapa Ceará. In J. C. Bicca-Marques (Ed.), **A primatologia do Brasil** (Vol. 10, pp. 151–161). Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Primatologia. 2007.

ROCHA, H. S; MAIA, R. P; OLIVEIRA, V. P. V. Patrimônio geomorfológico da unidade de conservação Pedra da Andorinha, Sobral-Ceará. **Revista GeoUECE** – vol. 8, n. 14, JAN/JUN de 2019. P. 276-293.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para sua resolução. **Revista de Sociologia e Política** (Online), v. 18, p. 205-226, 2010.

SANTOS, M. O dinheiro e o território. **Revista GEOgraphia**, 1(1), 2009. p. 7-13.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil**: território e sociedade no início do século XXI. São Paulo: Record, 2001.

SILVA, L. S; OLIVEIRA, A. E. V; LOPES, M. V. R; ALBUQUERQUE, F. N. B.; SILVA, C. C. L. Microfeições graníticas e quartzíticas na Serra dos Morais, Iguatu, Ceará: a

valoração da geodiversidade a partir do conhecimento como tipo de serviço. **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Juiz de Fora: UFJF. 2021.

SILVA, V. A; SILVA, A. B; SILVA, C. C. L; ALBUQUERQUE, F. N. B. Proposta de delimitação da Serra dos Morais (Iguatu-CE) para fins de conservação ambiental frente aos conflitos locais de uso da terra. **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Geomorfologia.** Juiz de Fora: UFJF. 2021.

SILVEIRA, A. C; BASTOS, F. de H; MEIRA, S. A. Geoconservação no Ceará: um olhar sobre as unidades de conservação estaduais. **Revista do Departamento de Geografia**, 35, 58-70. 2018.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: **Ceará**: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha. 2005. p. 127-140.

SOUZA, M. J. L. de. O território: sobre o espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. C; CORRÊA, R. L. (org.). **Geografia**: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SPOSITO, E. S. Sobre o conceito de território: um exercício metodológico para a leitura da formação territorial do sudoeste do Paraná. In: RIBAS, A. D; SPOSITO, E. S; SAQUET, M. A. (org). **Território e Desenvolvimento**: diferentes abordagens. Francisco Beltrão: Unioeste, 2004.

SUGAHARA, J. W; SOUZA, M. J. N; O Monumento Natural das Falésias de Beberibe e os impactos causados na comunidade dos artesãos da praia do Morro Branco, Ceará. BRASIL. REDE – **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 4, n. 1, jan. 2010.

VASCONCELOS, A. M. et al. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília, 2004.

TEIXEIRA, L. P; LUGHADHA, E. N; SILVA, M. V. C; MORO, M. F. How much of the Caatinga is legally protected? An analysis of temporal and geographical coverage of protected areas in the Brazilian semiarid region. **Acta Botanica Brasilica**. 35(3): 473-485. July-September 2021.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4014

LEVANTAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL INTEGRADA DO AÇUDE ACARAÚ MIRIM – MASSAPÊ-CE

INTEGRATED SOCIO-ENVIRONMENTAL SURVEY AND ANALYSIS OF THE ACARAÚ MIRIM DAM - MASSAPÊ-CE

ESTUDIO Y ANÁLISIS SOCIOAMBIENTAL INTEGRADO DE LA PRESA ACARAÚ MIRIM - MASSAPÊ-CE

Luiz Carlos Marques Costa[1]
Simone Ferreira Diniz[2]

RESUMO: A presente pesquisa tem como objetivo fazer um levantamento e análise socioambiental do Açude Acaraú Mirim, localizado no semiárido brasileiro. O açude é o principal reservatório de abastecimento de águas superficiais do Município de Massapê e vem sofrendo práticas indevidas, necessitando de estudos socioambientais que contribua para a identificação dos usos que interferem a relação sociedade x natureza. A análise metodológica desta pesquisa tem suas bases na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY,1973). Ao analisar as comunidades da área, detectamos diferentes usos, como desmatamento da faixa de preservação, construção de casas, balneários e processo de urbanização. Acredita-se que estudos socioambientais possam subsidiar ações mediadoras. A pesquisa seguiu as seguintes fases metodológicas: organização, análise e diagnóstico. Foram elaborados mapas, dados ambientais/sociais. Espera-se que esta pesquisa contribua com os diversificados setores socioambientais da região.

Palavras-chave: Paisagem. Meio Ambiente. Recurso Hídrico.

ABSTRACT: This research aims to make a survey and socio-environmental analysis of the Acaraú Mirim Dam, located in the Brazilian semi-arid region. The dam is the main reservoir of surface water supply of the municipality of Massapê and has been suffering undue practices, requiring socio-environmental studies that contribute to the identification of uses that interfere with the relationship between society and nature. The methodological analysis of this research has its basis in the General Theory of Systems (BERTALANFFY,1973).

1 Mestre em Geografia, Educador Ambiental do Consórcio de Gestão Integrada de Residuos Sólidos da Região Metropolitana de Sobral (CGIRS-RMS). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7341-2055. E-mail: luizcarlosmc@hotmail.com.
2 Curso de Geografia e Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale Do Acaraú-CE. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6020-2937. E-mail: dinfersim@hotmail.com.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

When analyzing the communities in the area, we detected different uses, such as deforestation of the preservation strip, construction of houses, spas and urbanization process. It is believed that socio-environmental studies can support mediating actions. The research followed the following methodological phases: organization, analysis and diagnosis. Maps, environmental/social data were prepared. It is expected that this research will contribute to the diverse socio-environmental sectors of the region.

Keywords: Landscape. Environment. Water Resource.

RESUMEN: Esta investigación tiene como objetivo realizar un estudio y análisis socio ambiental de la presa Acaraú Mirim, ubicado en la región semiárida brasileña. La presa es el principal embalse de abastecimiento de agua superficial del municipio de Massapê y ha venido sufriendo prácticas indebidas, requiriendo estudios socio ambiental que contribuyan a la identificación de usos que interfieran con la relación entre sociedad y naturaleza. El análisis metodológico de esta investigación tiene su base en la Teoría General de Sistemas (BERTALANFFY, 1973). Al analizar las comunidades de la zona, detectamos diferentes usos, como la deforestación de la franja de preservación, la construcción de casas, balnearios y el proceso de urbanización. Se cree que los estudios socio ambientales pueden apoyar acciones mediadoras. La investigación siguió las siguientes fases metodológicas: organización, análisis y diagnóstico. Se prepararon mapas, datos ambientales/sociales. Se espera que esta investigación contribuya a los diversos sectores socio ambientales de la región.

Palabras clave: Paisaje. Medio Ambiente. Recurso Hídrico.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado, em algumas áreas urbanas dos municípios brasileiros, passa, na sua maioria, por critérios de planejamento socioambiental danosos ao meio ambiente, não assegurando a qualidade de vida para a população e transformando, muitas vezes, nossos reservatórios de águas em depósitos de lixo e esgoto.

De acordo com Lima (2012), a introdução da teoria geral dos sistemas na geografia física proporcionou aos estudos socioambientais integrados uma maior clareza quanto aos variados objetos de estudo, empregando uma visão holística, assim como uma aproximação nos estudos da relação homem-meio, abandonando a visão mecanicista e fragmentada dos componentes naturais. A Teoria Geral dos Sistemas nas bases teóricas da geografia física faz com que a mesma abandone os estudos fragmentados e isolados da natureza e parta para estudos de síntese, holísticos e integrados nos quais estão inseridas as ações antrópicas.

Com a TGS, o estudo em bacias hidrográficas, por exemplo, passou a ser feito de forma menos fragmentada. Os estudos passaram a ser integrados e complementares, favorecendo estudos mais completos e que previlegiam a proposição de ações em consonância com o desenvolvimento sustentável. Desta forma, a TGS "constitui a base

metodológica para o que hoje é conhecido como pensamento sistêmico" (RODRIGUEZ; SILVA, 2013, p.25), tornando-se um instrumento interdisciplinar, compreendendo todas as disciplinas e seus problemas desde que suas convicções sejam acolhidas.

Objetivou-se fazer um levantamento e análise socioambiental integrada do Açude Acaraú Mirim, localizado no semiárido do nordeste Brasileiro e principal reservatório de abastecimento de águas superficiais do Município de Massapê-CE, que vem sofrendo as consequências de práticas de usos indevidos, necessitando de um estudo socioambiental integrado e avaliativo que contribua para a identificação dos usos e ocupação que interferem na relação sociedade x natureza, de modo a trazer soluções na busca da sustentabilidade. Com essa pesquisa, busca-se realizar um levantamento e análise de caráter sistêmico na bacia hidráulica do Açude Acaraú Mirim, uma vez que ele é o principal responsável pelo abastecimento de água do município de Massapê, observando de forma conjunta os elementos naturais, sociais, culturais e econômicos, com o intuito criar subsídio para futuras pesquisas na área e propor iniciativas de melhores condições de uso e ocupação e melhorias na qualidade ambiental da área estudada.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

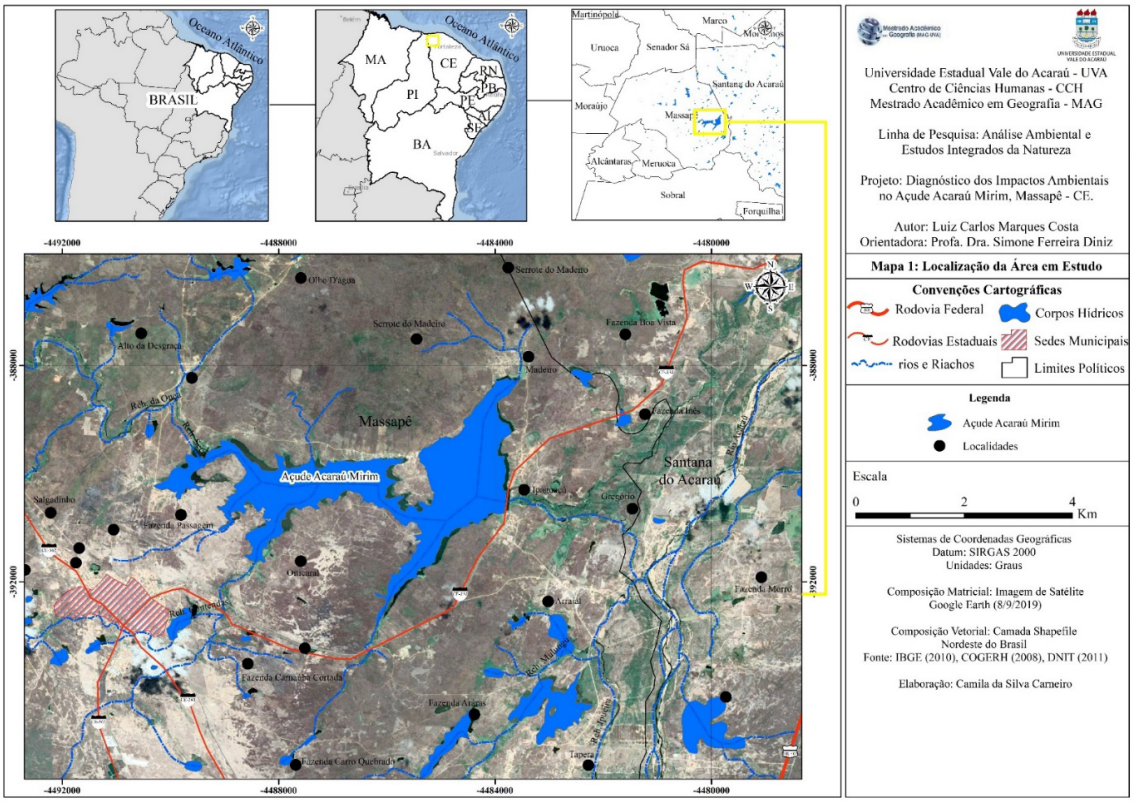
A análise metodológica desta pesquisa possui suas bases teóricas justificadas na Teoria Geral dos Sistemas – TGS, DE BERTALANFFY (1973). O trabalho buscou fazer correlações e investigações das questões socioambientais da área, propiciando uma visão integrada do ambiente. A área em estudo foi analisada a partir da bacia hidráulica do açude Acaraú Mirim, que corresponde a 497,27 km².

Foram caracterizadas as comunidades do entorno, de forma integrada e sistêmica, considerando aspectos socioambientais, socioeconômicos, históricos e culturais, entre outras variáveis. No levantamento do uso e ocupação do solo foram realizadas visitas em vários pontos do mesmo, com registros fotográficos ao longo de sua bacia hidráulica para identificá-los. Os registros fotográficos foram analisados em consonância com a técnica de interpretação visual de imagens de satélite, via *Google Earth*, compatível com a área de estudo.

LOCALIZAÇÃO, CONTEXTO HISTÓRICO E DADOS TÉCNICOS DO AÇUDE ACARAÚ MIRIM-CE

O Açude Acaraú Mirim está localizado no Município de Massapê-CE, conforme mapa de localização (Figura 1). Sua construção foi iniciada em 1900 e foi concluída em 1907, com recursos da Comissão Federal de Açudes e Irrigação. Seu levantamento topográfico só foi realizado em 1905 quando a obra já estava quase finalizada.

Seus dados iniciais eram: 4 metros de alicerce abaixo do nível do rio e revestida de pedra à montante, uma barragem 442 metros de extensão, 18 metros de altura, 88 de largura na base e 8 de coroamento. O sangradouro, aberto na rocha, com 40 metros de largura e 100 metros de comprimento. O açude, quando cheio, represava 60 milhões de metros cúbicos d'agua e possuía uma bacia hidrográfica de 50 km². Sangrou pela primeira vez em abril de 1910, ano de inverno rigoroso.



Fonte: Autor (2019).

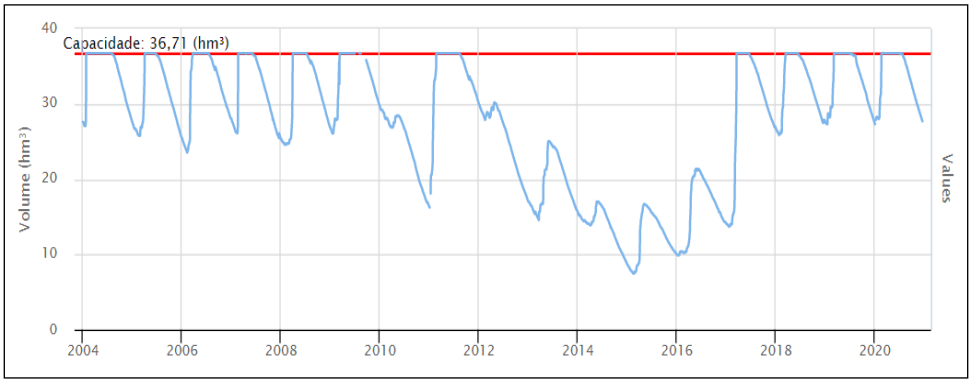
Figura 1. Localização da Área de Estudo.

Pertencente à bacia hidrográfica do rio Acaraú-CE. Atualmente possui uma capacidade de armazenamento de 36.710.000 m³, com uma bacia hidráulica de 492,27 km². Seus principais afluentes são: Riacho Contendas e o Riacho do Canto. É o principal manancial de abastecimento do município de Massapê, atendendo os distritos de Ipaguaçu, Mumbaba e a Sede, além das localidades de Arraial, Madeiro, Tapera Baixa, Tapera Alta, entre outras.

O Riacho do Canto é um dos principais afluentes do Açude Acaraú Mirim, formados por vários outros riachos, como o riacho Raiz e o Riacho da Onça. Parte de suas nascentes estão localizadas no maciço residual da Meruoca. Sua extensão encontra-se toda em área rural, mas já sofre sérios problemas de desmatamento de suas matas ciliares.

O açude Acaraú Mirim possui um excelente histórico de aporte de água e sangria (Gráfico1), pois, mesmo nos anos em que predominou a escassez de chuvas, entre 2013 e 2017, teve um comportamento bastante satisfátório, aportando água o suficiente para atender seus múltiplos usos.

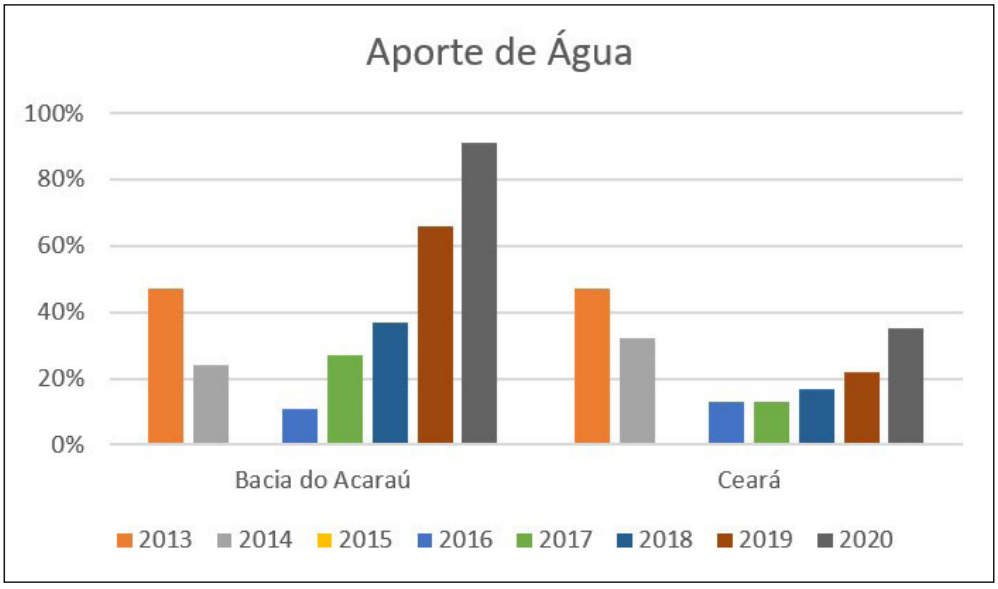
Gráfico 1. Volume armazenado do Açude Acaraú Mirim de 2004 a 2020.



Fonte: COGERH (2020).

Ao compararmos com o aporte de água da Bacia do Acaraú e de todo o Estado do Ceará (Gráfico 2) ao longo do últimos anos, de 2013 a 2020, percebemos uma grande oferta hídrica na região do Açude Acaraú Mirim, propiciando o desenvolvimento de vários outros usos, principalmente as culturas agrícolas. Na Bacia do Acaraú, assim como existem regiões que possuem um grande aporte, como no médio Acaraú, existem regiões com o alto curso do rio em que o aporte é bem abaixo das demais regiões, assim como ocorre no Estado do Ceará.

Gráfico 2. Aporte da Água na Bacia do Acaraú e no Estado do Ceará.



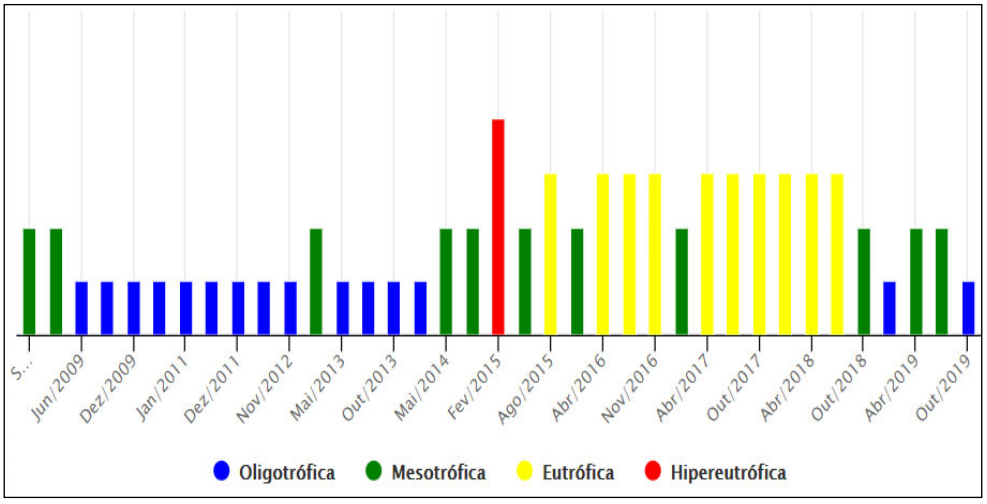
Fonte: COGERH (2020).

De acordo com a Matriz de Usos Múltiplos do COGERH descrita no Portal Hidrogeológico do Ceará (2020) este reservatório possui os seguintes usos: Dessedentação animal, usos domésticos locais, recreação de contato primário, recreação de contato secundário, usos públicos (empresas concessionárias), irrigação, pesca artesanal, balneário, agricultura de vazante.

O Açude Acaraú Mirim apresenta fontes de poluição pontuais, como efluentes domésticos, e difusas, como os insumos agrícolas depositados às margens do açude e no próprio espelho d'água. A entrada dessas fontes de poluição reduz a capacidade de depuração do açude e alteram suas características físicas, químicas e biológicas do sistema, que podem gerar modificações em seus estados de trofia.

A COGERH realiza campanhas periódicas de monitoramento da qualidade da água, por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas, em diferentes pontos ao longo da bacia hidráulica do açude. A partir dessas análises são elaborados gráficos do nível de trofia. No Gráfico 3, apresentamos o grau de trofia, ao longo de 10 anos:

Gráfico 3. Estado trófico do Açude Acaraú Mirim-CE.



Fonte: COGERH, 2020.

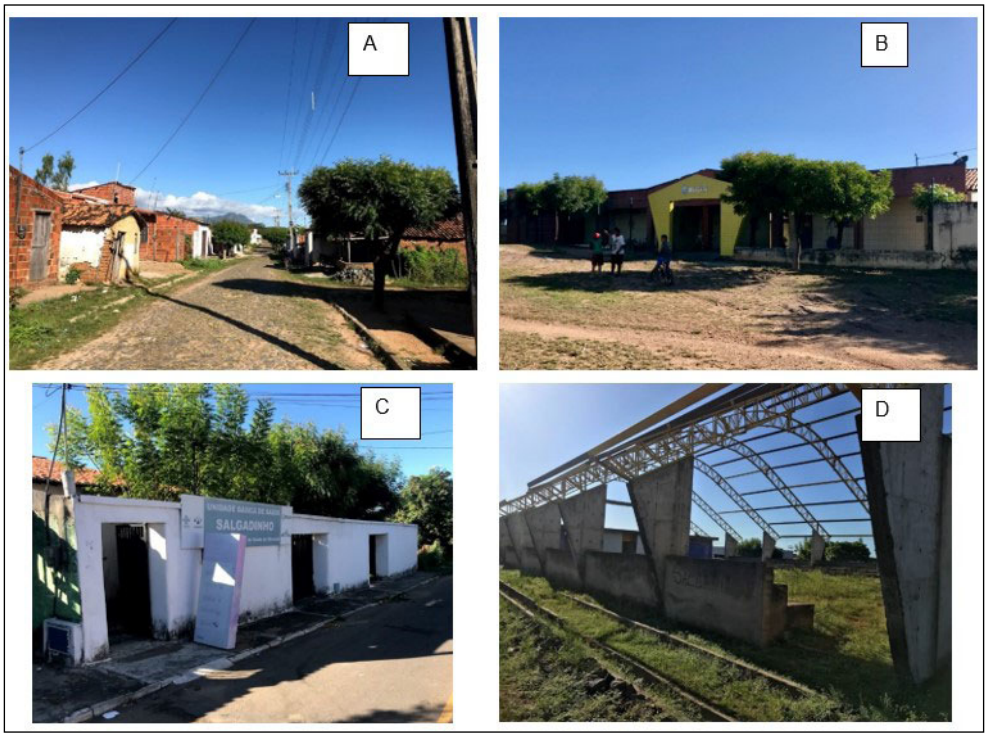
O monitoramento do grau de trofia é utilizado na maioria dos casos para coleta de dados, mas é um importante indicador da qualidade das águas armazenadas e das condições ambientais em que estão submetidos. Essa medida torna-se de grande relevância para evitar o processo de eutrofização do reservatório, uma vez que a baixos índices de estado trófico atingidos podem comprometer os usos múltiplos do reservatório e afetar a sustentabilidade dos ecossistemas do seu entorno.

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DO ENTORNO DO AÇUDE ACARAÚ MIRIM.

Bairro Salgadinho

Distante 1 km do Distrito Sede, o Distrito de Salgadinho está localizado a sudoeste do açude Acaraú Mirim e possui 383 famílias, segundo dados da Secretaria de Saúde de Massapê. O acesso é pavimentado em asfalto (conforme Figura 2C) e as demais ruas são todas em calçamento em pedra tosca, conforme observa-se na Figura 2A.

Entre os principais equipamentos públicos presentes na localidade, encontra-se uma escola de ensino infantil e ensino fundamental I – séries iniciais (Figura 2B), uma Unidade Básica de Saúde da Família (Figura 2C), uma quadra poliesportiva (2D) ainda em fase de conclusão.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 2. Infraestrutura do Bairro de Salgadinho.

O bairro possui água tratada proveniente do sistema de abastecimento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, mas não possui rede de esgotamento sanitário, o que contribui para o aumento de níveis de poluição do Açude Acaraú Mirim. A coleta regular de lixo é diária, mas falta sensibilização da população. O lixo é descartado de forma clandestina às margens do açude e nos fundos das casas. Caracteriza-se ainda pela forte presença de habitações precárias, principalmente em áreas de risco às margens do açude.

Localidade de Rio do Canto

A Localidade de Rio do Canto leva esse nome devido ao principal afluente do açude Acaraú Mirim, o Riacho do Canto. É uma pequena comunidade de 20 famílias, localizada parte às margens do riacho e parte às margens do açude Acaraú Mirim. Os moradores abastecem-se de água diretamente do açude e alguns possuem cisternas de placas provenientes do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).

O acesso à comunidade é via estrada carroçável e suas vias são todas de chão batido, o que dificulta muito no período chuvoso. Na Figura 3, observa-se a rua principal da comunidade, em chão batido.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 3. Localidade de Rio do Canto.

Localidade de Passagem

A localidade conta apenas com 5 famílias, caracteriza-se pela forte presença de casas abandonadas. O abandono se deu devido à falta de oportunidades para o trabalhado rural, de fixação no campo, gerando abandono de terras e a busca de um emprego formal na sede do município e/ou outras cidades. O acesso à localidade de Passagem é via estrada carroçável (Figura 4) e em péssimas condições de tráfego. Se abastecem recorrendo ao uso de cisternas de placa do programa P1MC e utilizam a água do açude apenas para aguar o plantio de culturas de subsistência ou para contato secundário através de balneários com pouca infraestrutura para os usuários. A pesca e a agricultura de subsistência são as principais fontes de renda.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 4. Localidade de Passagem.

Localidade de Várzea da Cruz

A localidade de várzea da cruz (Figura 5) localiza-se as margens do Açude Acaraú Mirim, na porção norte, e seu acesso é por estrada carroçável. Possui uma população residente de 23 famílias que sobrevivem das diferentes atividades presentes na localidade: agricultura de subsistência, pesca artesanal, caça, agricultura irrigada em vazantes, balneários, além da função de "caseiro" das residências de veraneio.

A população é abastecida por cisternas de placas ou diretamente do açude, sem tratamento prévio, por meio de pequenos motores de tratamento. A comunidade não possui coleta sistemática de resíduos sólidos, sendo descartados diretamente no meio ambiente. Existem poucos espaços públicos: uma escola desativada, campo de futebol e uma igreja, apresentando forte presença de balneários particulares.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 5. Localidade de Várzea da Cruz.

Localidade de Madeiro

A Localidade de Madeiro (Figura 6) está localizada na porção noroeste do Açude Acaraú Mirim, cujo acesso se dá em estrada carroçável. Segundo a Unidade Básica de Saúde – UBS do Mirim, a localidade possui 68 famílias.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 6. Igreja Católica e Praça Pública na Localidade de Madeiro.

A comunidade encontra-se com uma boa infraestrutura, em processo de urbanização. Há pavimentação em pedra tosca na maioria das ruas (Figura 7 A), uma praça e uma igreja (Figura 6), uma escola de ensino infantil (Figura 7 B) e um campo de futebol como espaços públicos.

Possui um sistema de abastecimento (Figura 7 C) gerenciado pela própria associação comunitária que funciona de forma precária. A água é coletada no açude Acaraú Mirim, armazenada nos reservatórios de água da rede e são distribuídas sem nenhum tratamento as residências da comunidade. A coleta sistemática de lixo ocorre em dois dias na semana, mas se percebe que muitos descartam seus resíduos diretamente no meio ambiente. O esgoto (Figura 7 D) é jogado a céu aberto em algumas ruas do local e algumas residências fazem suas valas diretamente para chiqueiros de porcos às margens do açude.

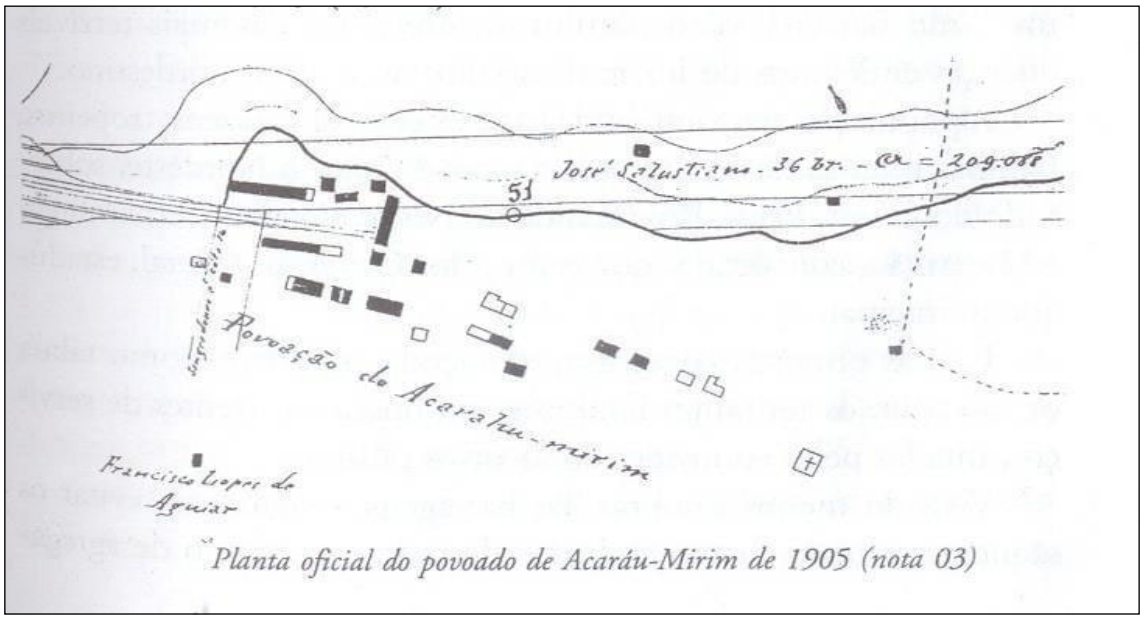


Fonte: COSTA (2020).

Figura 7. Infraestrutura da Localidade de Madeiro.

Distrito de Ipaguaçú

Segundo dados do Plano Diretor Participativo de Massapê – PDP Massapê (2012), o processo de povoamento do atual Distrito de Ipaguaçu começou com a construção do açude, entre o final do século XIX e início do século XX. Com a migração de milhares de trabalhadores que vieram servir em sua construção. Foi erguido um casarão de apoio para abrigar engenheiros e construtores de um lado da parede e do outro lado os trabalhadores braçais foram erguendo suas barracas e povoando o local (Figura 8).



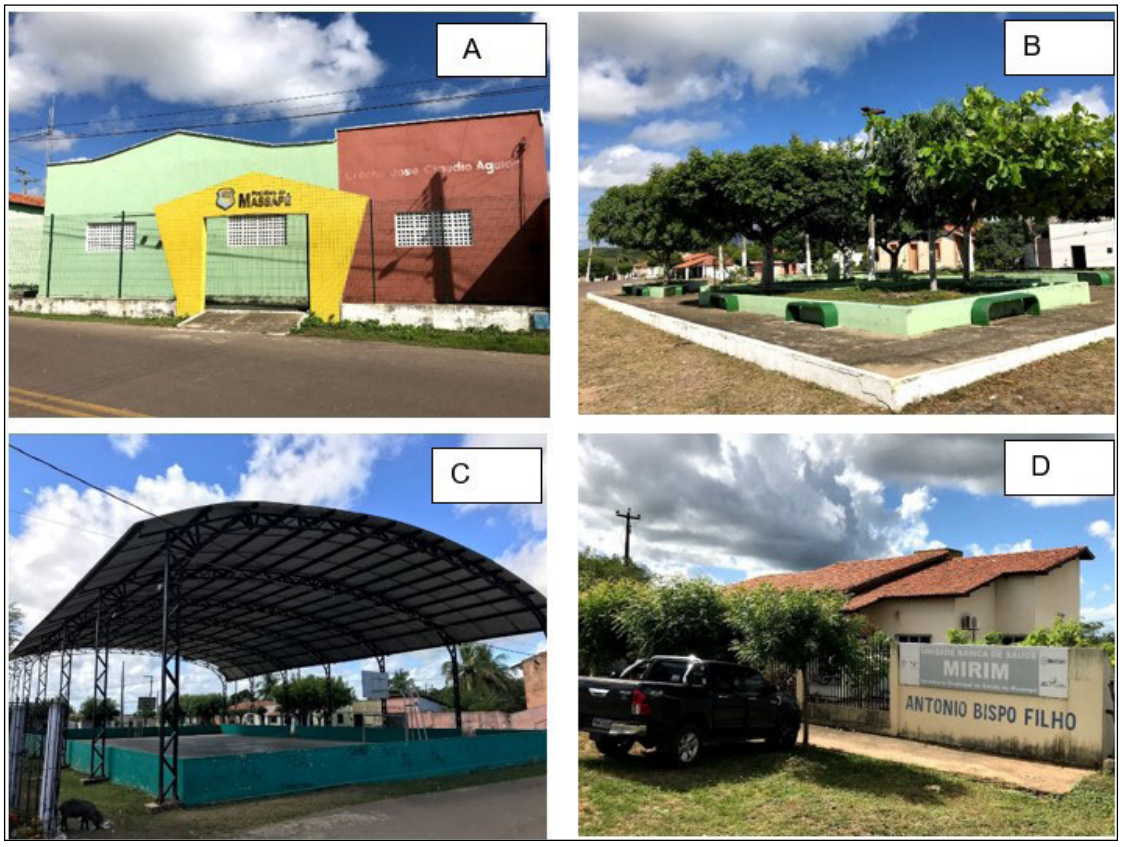
Fonte: DNOCS (1905).

Figura 8. Planta do Povoado de Acaraú Mirim.

Em 04 de dezembro de 1933, através do Decreto-Lei Estadual n° 1156, é criado o distrito denominado Acaraú Mirim e anexado ao Município de Massapê. Em novo Decreto-Lei Estadual N° 448, datado de 20 de dezembro de 1938, o Distrito de Acaraú Mirim muda de nome e passa a ser chamado de Mirim.

Em 30 de dezembro de 1943, em novo Decreto-Lei Estadual, N° 1114, muda-se o nome do distrito mais uma vez, que passa a se chamar de Ipaguaçú. Através de um novo decreto-lei, N°1153, de 20 de novembro de 1951, o distrito deixa de existir e é agregado ao Distrito Sede. E por meio da Lei Municipal N° 293, de 21 de dezembro de 1991, foi criado novamente o Distrito de Ipaguaçú, nomenclatura existente até os dias atuais.

Localizado na porção leste do Açude Acaraú Mirim, o acesso da sede municipal ao Distrito de Ipaguaçú é via CE 232, feita por rodovia em boas condições e asfaltada. O distrito conta com uma boa infraestrutura urbana, muitos equipamentos públicos e sociais. As ruas são todas pavimentadas (observe as Figuras 9 e 10), a rua principal em manta asfáltica e as demais em calçamento em pedra tosca. Entre os principais equipamentos públicos, encontram-se 03 Escolas (02 de ensino infantil e uma de ensino fundamental), duas praças, uma quadra poliesportiva, uma Unidade Básica de Saúde – UBS e um cemitério.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 9. Equipamentos Públicos do Distrito de Ipaguaçú.

A Figura 9A apresenta uma escola municipal destinada à educação infantil e anexo da escola de ensino fundamental. Na Figura 9B, uma praça central. Na foto 9C, uma quadra poliesportiva, onde ocorrem treinos e competições de diferentes esportes, além de apoio às aulas de educação física da escola de ensino fundamental. E na Figura 9D, a Unidade Básica de saúde que atende o Distrito e as localidades de Madeiro, Arraial e Gregório.

O Distrito conta com duas associações de moradores locais: Associação dos Moradores e Pescadores de Ipaguaçú Mirim e Associação Nossa Senhora do Perpétuo Socorro e Associação de Artesanato de Palha. Todas com um local que funciona como sede. Os órgãos sociais presentes já construíram um Centro Comunitário, um clube social, um centro de artesanato, um centro de convivência, uma casa de leitura, igrejas, entre outras, conforme Figura 10.



Fonte: COSTA (2020).

Figura 10. Equipamentos Sociais do Distrito de Ipaguaçú.

O Distrito abriga a Estação de Tratamento de Água – ETA Ipaguaçú, onde a água é tratada e distribuída ao Distrito de Ipaguaçú, Distrito Sede e Distrito de Mumbaba. Possui coleta sistemática de lixo durante 3 dias da semana e não possui rede coletora de esgoto.

USO E OCUPAÇÃO DO AÇUDE ACARAÚ MIRIM

O primeiro local a ser visitado foi o bairro do Salgadinho, pertencente à sede municipal, distante 01 km da sede do município de Massapê. Possui uma área em acentuado processo de urbanização, principalmente próximo do espelho d'água do açude, causando sérios transtornos, principalmente em períodos chuvosos e/ou de grandes enchentes, conforme Figura 11.

Durante as fortes chuvas no ano de 2009, parte dessas residências às margens da área de enchente foram alagadas e algumas residências chegaram a ser danificadas e posteriormente demolidas pela Defesa Civil Municipal, mas ao longo dos anos foram construídas novamente. O bairro conta com abastecimento de água vinda da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) e, atualmente, encontra-se em obras a rede de esgotamento sanitário.



Fonte: COSTA (2019).

Figura 11. Avanço do processo de urbanização no Bairro Salgadinho.

Em seguida foi visitada a comunidade de Passagem, uma pequena comunidade abastecida a partir de cisternas de placas e que não dispõe de infraestrutura de melhorias sanitárias e nem abastecimento de água. Percebe-se no local a presença de balneários e de agricultores preparando o terreno para plantio de agricultura de subsistência (Figura 12), além de uma pequena área irrigada, em propriedade particular na qual não foi autorizada a fotografia. A pequena área irrigada conta com plantio de leguminosas, verduras e algumas árvores frutíferas.



Fonte: COSTA (2019).

Figura 12. Área sendo preparada para Plantio e ao fundo um Balneário às margens do Açude Acaraú Mirim.

Na comunidade de Várzea da Cruz, as famílias são abastecidas por cisternas de placas e/ou por água bruta retirada através de motor-bomba diretamente do açude Acaraú Mirim. A população local não conta com melhorias sanitárias, não fazendo o uso de fossa séptica, despejando os dejetos diretamente no açude. (Figura 13).

Com a crescente construção das casas de veraneio, vem aumentando as demandas de água, a geração e o descarte de resíduos sólidos de forma irregular e as ligações clandestinas de esgoto diretamente na água sem nenhum tratamento, ocasionando uma série de problemas ambientais.

Um outro agravante nessa região é a presença de balneários. A grande maioria são construídos em área de proteção permanente. A área é desmatada e no local construída a estrutura física e, em sua maioria, em péssimas condições sanitárias, em que todo o esgoto é jogado diretamente no açude.

A



B



Fonte: COSTA (2019).

Figura 13. Casas de veraneio e Balneário construídas às margens do Aç. Acaraú Mirim-CE.

A Localidade de Madeiro encontra-se em processo de urbanização, já contando com infraestrutura de calçamento, pequena praça, igreja, escola e percebe-se também o surgimento de alguns balneários. Conta com acentuado número de áreas de vazantes, em que há plantação de leguminosas e capineiras. Conta ainda com atividades de pecuária e agricultura de subsistência, como milho e feijão. Parte da mata ciliar do açude foi desmatada e no local foram instalados chiqueiros e plantação de capim (Figura 14).



Fonte: COSTA (2019).

Figura 14. Capineiras e presença de animais criados soltos às margens do açude Acaraú Mirim.

No distrito de Ipaguaçú, onde concentra-se a maior área urbana no ambiente da pesquisa, está localizada a parede de barramento, o sangradouro e a tomada d'água, além de estar presente as captações de água bruta das localidades de Arraial, Tapera baixa e Tapera Alta. Encontra-se ainda a Estação de Tratamento de Água que abastece os distritos de Ipaguaçu, Sede e Mumbaba. Possui uma área urbana de mais 02 km em processo de expansão, onde ocorrem diferentes atividades de uso e ocupação.

Problemas como desmatamento para plantio e construção de casas, construção de balneários, irrigação, entre outros, também se fazem presentes na área do Distrito de Ipaguaçu, conforme mostra Figura 15.



Fonte: COSTA (2019).

Figura 15. Uso e Ocupação do Distrito de Ipaguaçu.

A Figura 15A apresenta a Estação de Tratamento de Água que abastece os distritos de Ipaguaçú, a sede do município de Massapê e o Distrito de Mumbaba. A Figura 15B representa os pontos de captação de água da ETA Ipaguaçu, gerenciado pela CAGECE e a captação para ETA do povoado de Arraial e a ETA das localidades de Tapera Alta e Tapera Baixa. Observa-se também na margem esquerda a parede, atividades de pescas e monocultura da banana.

Na Figura 15C observam-se as atividades de lazer, como passeios de moto aquática e balneários, atividade de contato primário. E na Figura 15D observa-se a presença de casas de veraneio e atividade de agricultura de subsistência como o milho, feijão, mandioca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo, seguindo os princípios da TGS, permitiu a identificação dos diferentes usos e ocupação, que servirão de subsídios para estudos futuros e usos adequados, conforme a capacidade de suporte da área estudada, visando evitar processos de degradação ambiental.

As condições sanitárias das comunidades e áreas urbanas do entorno necessitam ser melhoradas, uma vez que a grande maioria não dispõe de água tratada e coleta de lixo e nenhuma delas de sistema de esgotamento sanitário.

É necessário o cumprimento das diversas leis, como Lei de Uso e Ocupação do Solo, Lei de Crimes Ambientais, Código Florestal, para reduzir as atividades/ações irregulares ao longo do açude.

É preciso o desenvolvimento de planos de ação, integrando os setores público, privado e da sociedade civil, buscando mitigar e/ou minimizar os impactos recorrentes a partir dos diferentes usos e ocupação do açude.

Espera-se que as ações que foram levantadas e analisadas nessa pesquisa possam contribuir com o planejamento do uso dos recursos naturais, nos seus mais diversificados setores socioambientais. Proporcionando um levantamento e análise integrada, além de servir como modelo para a aplicação dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2004.

Barros, Raphael T. de V. et all. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios.** Belo Horizonte, MG: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BERTALANFFY, Ludwing Von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BERTRAND, G.. **Paysage et geographie Physique Global**. Esquisse Methodologique. Revue Geographique des Pyrenees et du Sud ouest. Toulouse, France. 39(3). 1968. P.249-272.

BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica**: uma abordagem integradas dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

CEARA. Companhia de Gestão Dos Recursos Hídricos – COGERH – CEARÁ. **RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO ACARAÚ**. Nippon Koei Lac, 2016.

CEARÁ. **PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE POLOS REGIONAIS DO CEARÁ – VALE DO JAGUARIBE/VALE DO ACARAÚ** (BR-L1176). Secretaria das cidades, 2019

DINIZ, S. F.; RUEDA, J.R.J. ; CARACRISTI, I. ESTUDO FISIOGRÁFICO DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO CE (RIO ACARAÚ). **Revista Geonorte**, v. 10, p. 298-302-302, 2014.

Diniz, Simone Ferreira. **Caracterização fisiográfica e pedológica da região norte do estado do Ceará**. Rio Claro : [s.n.], **2010**. 132 f. (Tese de Doutorado)

GORAYEB, A et al. Aspectos Geoambientais, Condições de Uso e Ocupação do Solo e Níveis de Desmatamento da Bacia Hidrográfica do Rio Curu, Ceará – Brasil. **GEOGRAFIA** – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências, 2005.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

LIMA, E. C.; SILVA, E. V. da. Estudos Geossistêmicos Aplicados a Bacias Hidrográficas. Teresina: **Revista Equador**, UFPI, Vol.4, p. 3-20. (Jul./Dez, 2015)

LIMA, E. Cortez. **Planejamento Ambiental como subsídio para gestão ambiental**

da bacia de drenagem do Açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará (tese de doutorado). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2012.

MARTINS, C. R. ; LIMA, E. C. Análise Geoambiental Da Sub - Bacia Hidrográfica Do Rio Contendas Massapê - CE. **Encontro Nacional da ANPEGE**, v. 11, p. 11261-11272, 2015.

MARTINS, C. R. ; LIMA, E. C. Análise do uso e ocupação do solo e seus aspectos socioambientais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Contendas, Massapê-CE. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, p. 177 - 187, 30 set. 2016.

MESTRINHO, S.S.P. e PROENÇA, C.N.O. Avaliação do Nível de Poluição das Águas e sua Relação com os Impactos Ambientais Urbanos na Baía de Itapagipe, Salvador, Bahia. In: XVII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. **Anais**. São Luis. Novembro de 2004.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 1997.

RIZZO, M. R. A recomposição das matas ciliares – um bom exemplo que vem de Pedro Gomes (MS) **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros** – Seção Três Lagoas Três Lagoas - MS, v. 1, n. 6, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E.V.da & CAVALCANTE. A. P. B. **Geoecologia da Paisagem** – uma análise geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições: UFC, 2004.

SALES, V. (2004). Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: Abordagem Crítica. **GEOUSP Espaço E Tempo** (Online), (16), 125-141.

SANTOS, C. R. & REIS, R. S. Avaliação do grau de poluição do riacho Cruz das Almas e suas implicações na balneabilidade da praia. In: **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, trabalhos técnicos, Rio de Janeiro, ABES, 13p. Foz do Iguaçu, PR, 14-19 set. 1997.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4015

GEOTURISMO E O VALOR PATRIMONIAL DA GEODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE TANQUE DO PIAUÍ, PIAUÍ, BRASIL

LANDSCAPE, GEOTOURISM AND THE ASSET VALUE OF GEODIVERSITY IN THE MUNICIPALITY OF TANK OF PIAUÍ, PIAUÍ, BRAZIL

EL GEOTURISMO Y EL VALOR PATRIMONIAL DE LA GEODIVERSIDAD EN EL MUNICIPIO DE TANQUE DO PIAUÍ, PIAUÍ, BRASIL

Alexandre Rodrigues Costa[1]
Helena Vanessa Maria da Silva[2]

RESUMO: Em um determinado território paisagens que apresentam características especiais com particular e significativos atributos que a qualificam com valor patrimonial merecem e necessitam ser conservadas. É preciso assim reconhecê-lo como essencial para uma determinada finalidade, assumindo valor de uso para a sociedade que pode ser científico, didático, cultural, turístico, econômico, entre outros. No Piauí, as pesquisas envolvendo a geodiversidade vêm sendo desenvolvidas na última década, e apesar do número crescente, ainda são insuficientes. Diante desse cenário, o trabalho teve como objetivo inventariar os potenciais locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico do município de Tanque do Piauí, Piauí, enfatizando o caráter cênico das paisagens para a promoção do geoturismo. A pesquisa foi pautada em procedimentos metodológicos de revisão bibliográfica, uso de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e análise de campo. O município estudado revela potencialidades abióticas tendo em vista a ocorrência de serras, mirantes, lagoas e cachoeiras. Conclui-se que todos os locais inventariados apresentam valores excepcionais dessa forma, recomenda-se a implantação de infraestrutura por parte do poder público com vista à exploração dos mesmos de modo sustentável, vindo a favorecer a geração de renda na região.

Palavras-chave: Valoração. Patrimônio Geológico. Patrimônio Geomorfológico. Patrimônio Hidrológico.

1 Mestre em Arqueologia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6996-0937. E-mail: alexandrecosta.ale@gmail.com.
2 Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9086-2808. E-mail: helenavanessa95@hotmail.com.

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

ABSTRACT: In a given territory, landscapes that have special characteristics with particular and significant attributes that qualify it as heritage value deserve and need to be conserved. It is therefore necessary to recognize it as essential for a certain purpose, assuming a use value for society that can be scientific, didactic, cultural, touristic, economic, among others. In Piauí, research involving geodiversity has been developed in the last decade, and despite the growing number, they are still insufficient. Given this scenario, the work aimed to inventory the potential sites of geological, geomorphological and hydrological interest in the municipality of Tanque do Piauí, Piauí, emphasizing the scenic character of the landscapes for the promotion of geotourism. The research was based on methodological procedures of bibliographic review, use of geoprocessing techniques in a Geographic Information System (GIS) environment and field analysis. The studied municipality reveals abiotic potentials in view of the occurrence of mountain ranges, viewpoints, lakes, waterfalls and canyons. It is concluded that all the inventoried locations have exceptional values, therefore, it is recommended the implementation of infrastructure by the government with a view to their sustainable exploitation, favoring the generation of income in the region.

Keywords: Valuation. Geological Heritage. Geomorphological Heritage. Hydrological Heritage.

RESUMEN: En un territorio determinado, los paisajes que presentan características especiales con atributos particulares y significativos que los califican como de valor patrimonial merecen y necesitan ser conservados. Por tanto, es necesario reconocerlo como esencial para un fin determinado, asumiendo un valor de uso para la sociedad que puede ser científico, didáctico, cultural, turístico, económico, entre otros. En Piauí, las investigaciones que involucran la geodiversidad se han desarrollado en la última década y, a pesar del número creciente, todavía son insuficientes. Ante este escenario, el trabajo tuvo como objetivo inventariar los sitios potenciales de interés geológico, geomorfológico e hidrológico en el municipio de Tanque do Piauí, Piauí, enfatizando el carácter escénico de los paisajes para la promoción del geoturismo. La investigación se basó en procedimientos metodológicos de revisión bibliográfica, uso de técnicas de geoprocesamiento en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG) y análisis de campo. El municipio estudiado revela potencialidades abióticas en vista de la ocurrencia de montañas, miradores, lagunas y cascadas. Se concluye que todos los lugares inventariados tienen valores excepcionales, por lo que se recomienda la implementación de infraestructura por parte de las autoridades públicas con miras a explotarlos de manera sostenible, favoreciendo la generación de ingresos en la región.

Palabras clave: Valoración. Patrimonio Geológico. Patrimonio Geomorfológico. Patrimonio Hidrológico.

INTRODUÇÃO

Não é possível afirmar com exatidão quando e por quem o termo geodiversidade foi utilizado pela primeira vez. No entanto, é provável que tenha ocorrido na Tasmânia (Austrália), em estudos realizados por vários autores a respeito da conservação geológica e geomorfológica na década de 1990 (GRAY, 2004).

Gray (2004; 2013), Brilha (2005) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2006) concebem a geodiversidade como a natureza abiótica que se constitui pela variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que originam as rochas, os minerais, os fósseis, os aspectos geomorfológicos (feições de relevo), os solos, as águas, entre outros, que propiciam a biodiversidade da terra, sendo dotados de valores, a saber: científico, estético, turístico, cultural e outros.

Sabe-se que a geodiversidade exerce um papel condicionante sobre a biodiversidade, pois esta depende de certas condições abióticas indispensáveis para a sua subsistência; influencia no desenvolvimento das sociedades humanas, e guarda importantes informações sobre a evolução da Terra (PEMBERTON, 2000; JORGE; GUERRA, 2016). Dessa forma, a conservação da geodiversidade é um imperativo.

Para Brilha (2005), não é possível estabelecer medidas de conservação pra toda a geodiversidade, mas apenas para aquela porção à qual se atribuem valores e que, portanto, pode ser considerada como patrimônio. Para o referido autor, a geoconservação consiste num conjunto de medidas que passam necessariamente pela inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento do geopatrimônio.

Dessa forma, o entendimento da Paisagem em uma perspectiva de um sistema, produto das relações entre os elementos naturais, físicos, biológicos e antrópicos é de suma importância. Segundo Leal e Cunha (2014) os elementos que integram a geodiversidade passam a assumir um maior interesse e visibilidade científica, a par com o interesse social e econômico, sobretudo ao nível da promoção de atividades (geo)turísticas, desportivas e de educação ambiental.

Apesar de recente na literatura brasileira e internacional, a referida temática tem alcançado grande relevância e popularização nas duas últimas décadas. Cita-se que o conceito e sua aplicação vêm evoluindo a partir das contribuições de diferentes pesquisadores.

No estado do Piauí as pesquisas a respeito da geodiversidade apontam para um rico geopatrimônio, especialmente no que diz respeito ao patrimônio geológico, geomorfológico e paleontológico em associação com valores culturais arqueológicos, indicando, assim, um elevado potencial para o desenvolvimento do geoturismo no estado, uma atividade turística que visa o aproveitamento da natureza abiótica.

Silva (2020) enfatiza que é uma temática passível de expansão já que muitos espaços não apresentam estudos aprofundados, principalmente quando é pensado em contexto estadual, o entendimento das características ambientais abióticas tornam-se fundamentais. Com uma expressiva extensão territorial, o Estado do Piauí é dotado de uma complexidade de características geoambientais.

Esta constatação aliada a pouca exploração e divulgação no cenário piauiense justifica a realização da presente pesquisa. Tendo como intuito valorizar e divulgar a geodiversidade no Piauí, se elencou o município de Tanque do Piauí, Piauí, como área de estudo.

Diante desse contexto e ciente da necessidade da divulgação dos elementos da geodiversidade piauiense e do seu uso sustentável através do geoturismo, o presente estudo teve como objetivo inventariar os potenciais locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico do município de Tanque do Piauí, Piauí, enfatizando o caráter cênico das paisagens para a promoção do geoturismo.

Vale ressaltar que a partir do geoturismo alia-se conservação, dinamização econômica e equilíbrio ambiental, através do desenvolvimento local, sustentável e a educação ambiental. Segundo Hose (2000 *apud* Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto, 2008), o geoturismo compreende a oferta de serviços e meios interpretativos que promovam o valor e os benefícios sociais de locais com elementos geológicos e geomorfológicos atraentes, garantindo sua conservação, para a utilização de estudantes, turistas e outros indivíduos com interesse recreativo e de ócio.

Criado no intuito de valorizar os elementos abióticos, o geoturismo busca a união entre contemplação da paisagem e popularização da ciência. Com características específicas e essenciais à conservação do patrimônio abiótico essa nova atividade alternativa busca promover desenvolvimento econômico local das comunidades envolvidas.

METODOLOGIA

Foi realizado inicialmente uma revisão bibliográfica referente à temática, além de coletas de dados em documentos e relatórios técnicos sobre os aspectos ambientais e culturais do município de Tanque do Piauí, Piauí (geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, e aspectos arqueológicos).

Forma utilizados ainda recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) para a elaboração dos mapas. O tratamento da imagem (visualização, análise e digitalização) foi possibilitado pela utilização do *software* livre *QGIS* (versão 2.8.1).

A pesquisa contou ainda com trabalho e coleta de dados em campo, que se iniciou em 2012. Foi utilizado um receptor GPS (*Global Position System*) para coleta de coordenadas. Além disso, foi feita uma observação direta com registros fotográficos.

Etapa inicial para fins de geoconservação a inventariação dos locais de interesse geológico e geomorfológico do município selecionado baseou-se na ficha inventário adaptada da metodologia de Oliveira (2015) (Quadro 1).

Quadro 1. Ficha inventário para avaliação e caracterização dos locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico.

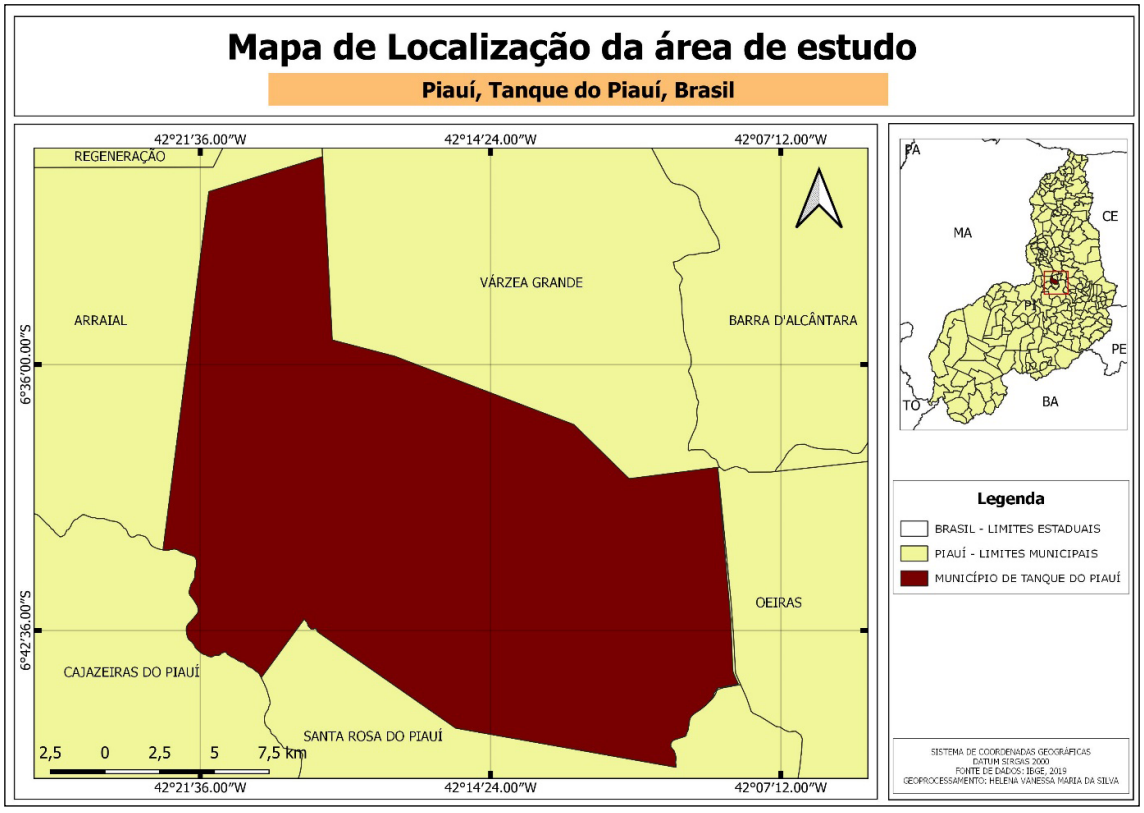
AVALIAÇÃO QUALITATIVA E CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E HIDROLÓGICO				
1 - IDENTIFICAÇÃO				
Data de visita *in loco*:			Local N°:	
Nome:			Município:	
Localização - Latitude:	Longitude:		Altitude:	
Tipo de Local:	( ) Isolado	( ) Área	( ) Panorâmico	
Tipo de Propriedade:	( ) Pública	( ) Privada	( ) Não definida	
2 - AVALIAÇÃO				
A - Valores				
Científico	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Didático	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Turístico	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Ecológico	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Cultural	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Estético	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
Econômico	( ) Nulo	( ) Baixo	( ) Médio	( ) Elevado
B - Potencialidades de Uso				
Acessibilidade	( ) Difícil	( ) Moderada	( ) Fácil	
Visibilidade	( ) Fraca	( ) Moderada	( ) Boa	
C - Necessidade de Proteção				
Deterioração	( ) Fraca	( ) Moderada	( ) Avançada	
Proteção	( )Insuficiente	( ) Moderada	( ) Boa	
3 - ANOTAÇÕES GERAIS				
Descrição resumida 3.2 Litologia 3.3 Interesses geomorfológicos principais 3.4 Tipos de valor / Uso atual 3.5 Uso e gestão 3.5.1 Acessibilidade 3.5.2 Visibilidade 3.5.3 Estado de Conservação				
4 - REGISTRO FOTOGRÁFICO				

Fonte: Adaptada de Oliveira (2015).

ÁREA DE ESTUDO

O muniicpio de Tanque do Piauí está localizado na mesorregião Sudeste Piauiense na microrregião de Picos. Seu atual território foi desmembrado dos municípios de Oeiras, Santa Rosa do Piauí, Varzea Grande e Arraial em 1995, alterado pela lei estadual nº 5077, de 06-07-1999.

A área de estudo tem como limites os municípios de Várzea Grande do Piauí e Barra D'Alcântara ao norte, Oeiras e Santa Rosa do Piauí ao sul, Oeiras a leste, Arraial e Cajazeiras do Piauí a oeste, (AGUIAR; GOMES, 2004) (Figura 1).



Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Figura 1. Localização da área de estudo.

O município de Tanque é o único do estado do Piauí que tem sua sede instalada no platô da Chapada Grande. Porém o contexto de ocupação histórica do território que integra o atual município de Tanque é oriunda da instalação do Aldeamento ou Missão Franciscana São João de Sende (COSTA, 2015). Foi fundado no dia 29 de novembro de 1765 por ordem do governador da província piauiense João Pereira Caldas, pelo tenente coronel João do Rego Castelo Branco com 434 índios, cujo local ficava oito léguas da capital Oeiras. A missão foi dirigida por padres franciscanos (MIRANDA, 2013).

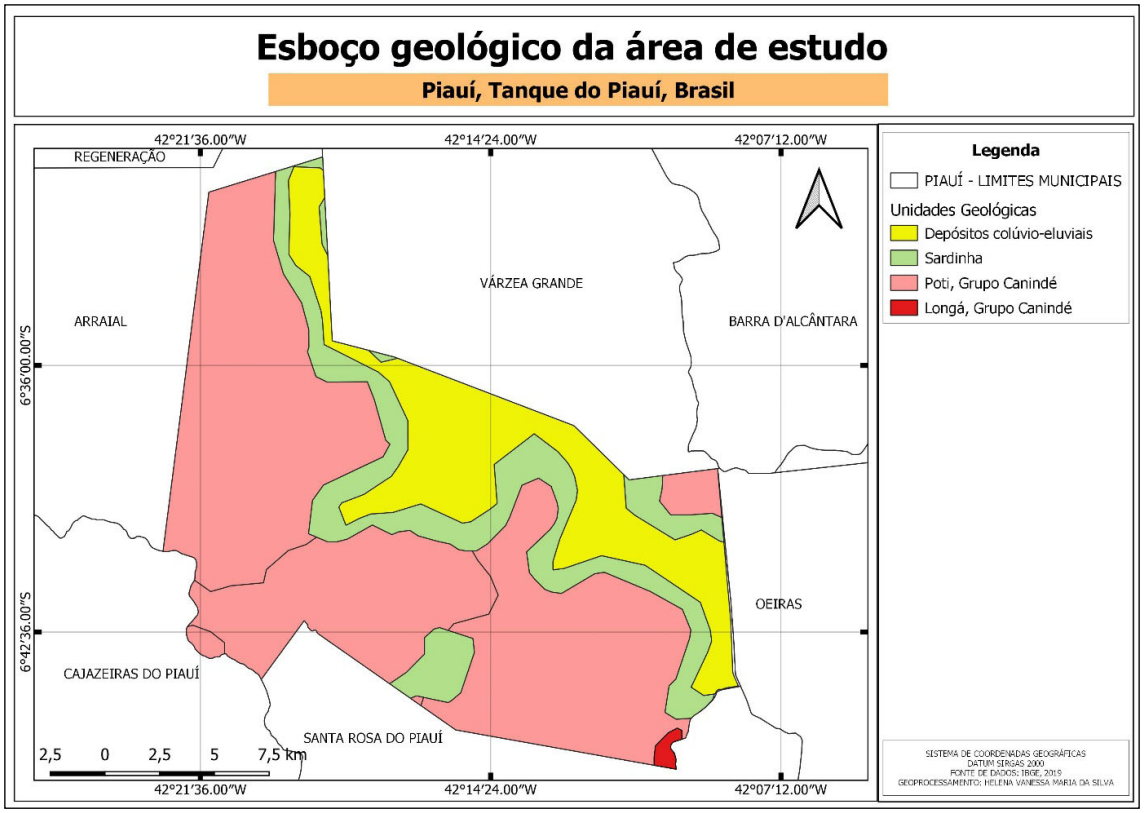
Os primeiros estudos na região tiveram início no ano de 2013 através das ações do Projeto: Nossa Vila, Nossa Gente, Nossa História, de Educação Patrimonial em busca

de vestígios indígenas entre os municípios de Regeneração e Tanque do Piauí. A busca dos vestígios indígenas através de pesquisas históricas e depoimentos dos moradores da região resultaram na descoberta de vestígios arqueológicos que segundo Hodder e Orton (1990), são lidos como um texto, a partir de sua disposição no espaço.

Aspectos geológicos e geomorfológicos

O município de Tanque do Piauí, no que se refere às unidades estruturais do espaço piauiense, encontra-se na Bacia Sedimentar Maranhão-Piauí cuja área é de 600.000 km² abrangendo os estados do Maranhão e Piauí. Sua formação aconteceu durante as Eras Paleozóica e Mesozóica, a partir do desgaste dos escudos cristalinos circunvizinhos.

Conforme a Figura 2, as unidades geológicas cujas litologias afloram nos limites do município pertencem às coberturas sedimentares, abaixo relacionadas. Os sedimentos mais recentes estão agrupados na unidade denominada Depósitos Colúvio – eluviais, com areia, argila, cascalho e laterito. A Formação Sardinha reúne basalto e diabásio. A Formação Poti engloba arenito, folhelho e siltito. Na base da sequência sedimentar repousa a Formação Longá, representada por arenito, siltito, folhelho e calcário (AGUIAR; GOMES, 2004).



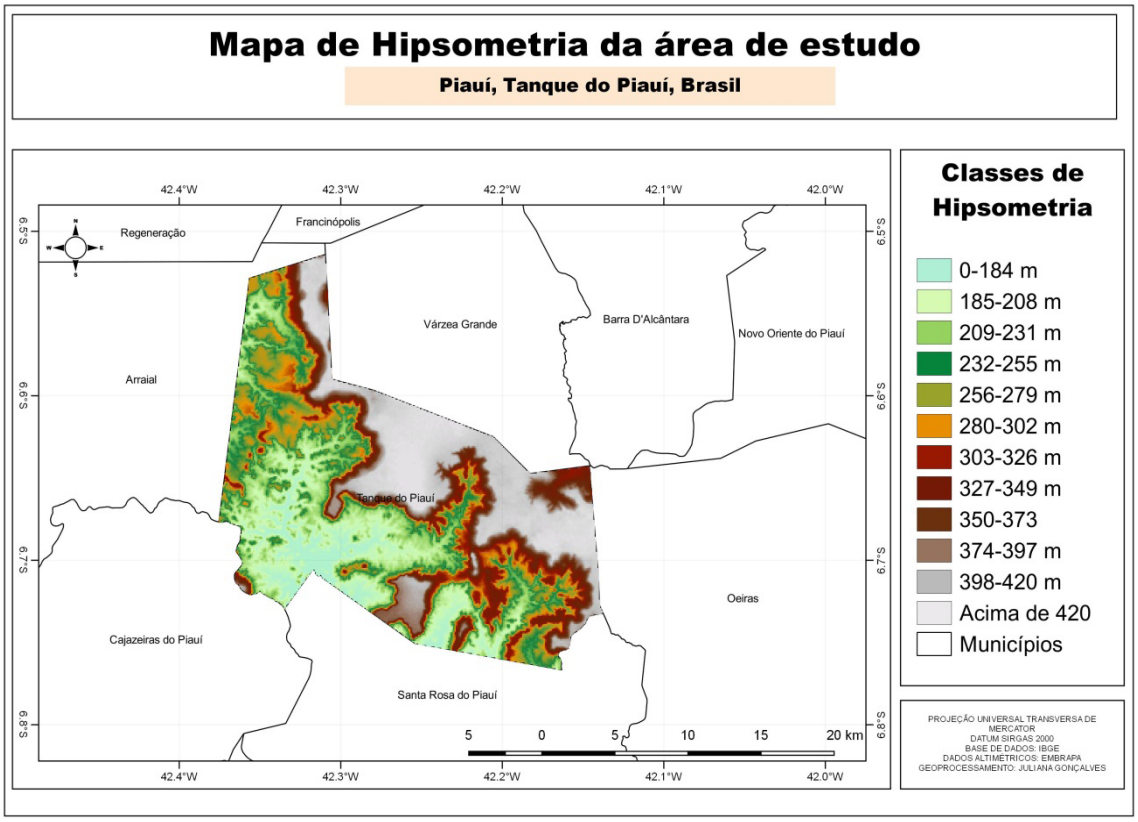
Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Figura 2. Unidades geológicas do município de Tanque do Piauí, Piauí.

De forma resumida, de acordo com Aguiar e Gomes (2004) as rochas sedimentares pertencem à Bacia do Parnaíba, sendo representadas pelas formações Longá e Poti. O segundo domínio é caracterizado pela área de ocorrência de basaltos da Formação Sardinha, constituído por rochas impermeáveis, que se comportam como "aquíferos fissurais". Já o domínio correspondente aos depósitos colúvio-eluviais se refere a coberturas de sedimentos detríticos, com idade tércio-quaternária

Quanto o relevo da área, para Aguiar e Gomes (2004), compreendem, principalmente, superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros; superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales, elevações (serras, morros e colinas), com altitudes de 150 a 500 metros (JACOMINE *et al*., 1986)

Quanto à hipsometria, conforme o Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA) o que se pode observar são áreas com o predomínio de classes de valores que superam os 400 m de altitude (Figura 3).



Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Figura 3. Mapa hipsométrico do município de Tanque do Piauí, Piauí.

Na área de estudo há o predomínio de superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano à suave ondulado. Vale ressaltar que o relevo da área em estudo pertence ao Complexo Chapada Grande, constitui um extenso território em que se inserem os municípios de Arraial, Amarante, Barra D'Alcântara, Cajazeiras do Piauí, Elesbão Veloso, Francinópolis, Jardim do Mulato, Novo Oriente do Piauí, Oeiras, Regeneração, Tanque do Piauí, Santa Rosa do Piauí, Várzea Grande.

Solos e condições climáticas

Os solos da região são provenientes da alteração de arenitos basalto, gabro, siltito, folhelho, laterito e calcário. Compreendem solos litólicos, álicos e distróficos, de textura média, pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, fase pedregosa, com floresta caducifólia e/ou floresta sub-caducifólia/ cerrado. Associados ocorrem solos podzólicos vermelho-amarelos, textura média a argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, com misturas e transições vegetais, floresta sub-caducifólia/caatinga (AGUIAR; GOMES, 2004).

Secundariamente, ocorrem areias quartzosas, que compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólia/floresta sub-caducifólia (JACOMINE *et al*., 1986).

Já as condições climáticas do município de Tanque do Piauí (com altitude da sede a 420 m acima do nível do mar), apresentam temperaturas mínimas de 17**ºC e máximas de 36º**C, com clima semi-úmido e quente. Ocasionalmente, chuvas intensas, com máximas em 24 horas.

A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 a 1.400 mm e trimestres janeiro-fevereiro-março e dezembro-janeiro-fevereiro como os mais chuvosos. Os meses de janeiro, fevereiro e março constituem o trimestre mais úmido (IBGE, 1977).

Sobre algumas das anomalias pluviométricas registradas em alguns setores da Chapada Grande existem dados que abordam as diferenças. Os dados foram registrados em Tanque do Piauí. De acordo com informações obtidas no site Climatempo, 795 mm é a precipitação média histórica deste município no período sazonal de chuvas: dezembro a abril.

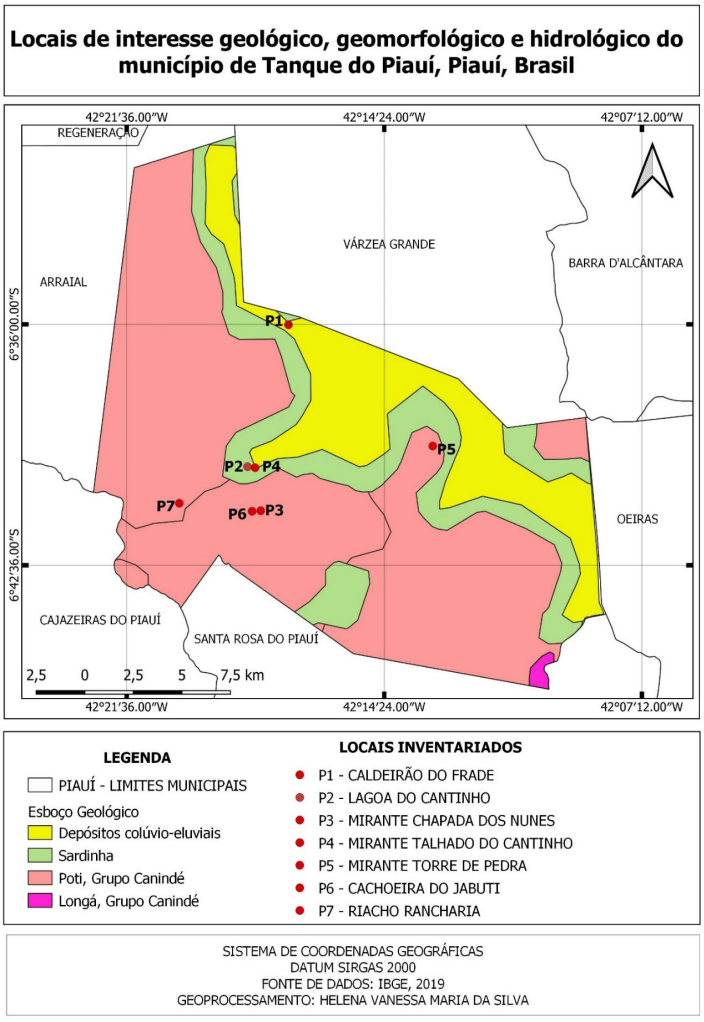
Já segundo dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Agricultura, no período de dezembro/2017 a abril/2018 a precipitação calculada foi de 745 mm, um pouco abaixo da média. No entanto, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram precipitações superiores à média histórica, o que sinaliza que as chuvas não foram bem distribuídas no período. Já os meses de dezembro, março e abril estiveram abaixo da média, e aconteceu de, às vezes, o intervalo de uma chuva para outra ser de 06 dias ou mais (CARVALHO, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

INVENTARIAÇÃO DOS POTENCIAIS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE TANQUE DO PIAUÍ, PIAUÍ, BRASIL

Etapa inicial para fins de geoconservação a inventariação da geodiversidade do município de Tanque do Piauí (PI) baseou-se na ficha inventário adaptada da metodologia de Oliveira (2015). A partir da inventariação foram identificados sete locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico para a área de estudo, a saber: 1 - Caldeirão do Frade; 2 - Lagoa do Cantinho; 3 - Mirante Chapada dos Nunes; 4 - Mirante Talhado do Cantinho; 5 - Mirante Torre de Pedra; 6 - Cachoeira do Jabutí; 7 - Riacho Rancharia.

A Figura 4 apresenta a espacialização dos locais inventariados no município de Tanque do Piauí (Piauí, Brasil) associada às unidades geológicas.



Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Figura 4. Locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico para a área de estudo.

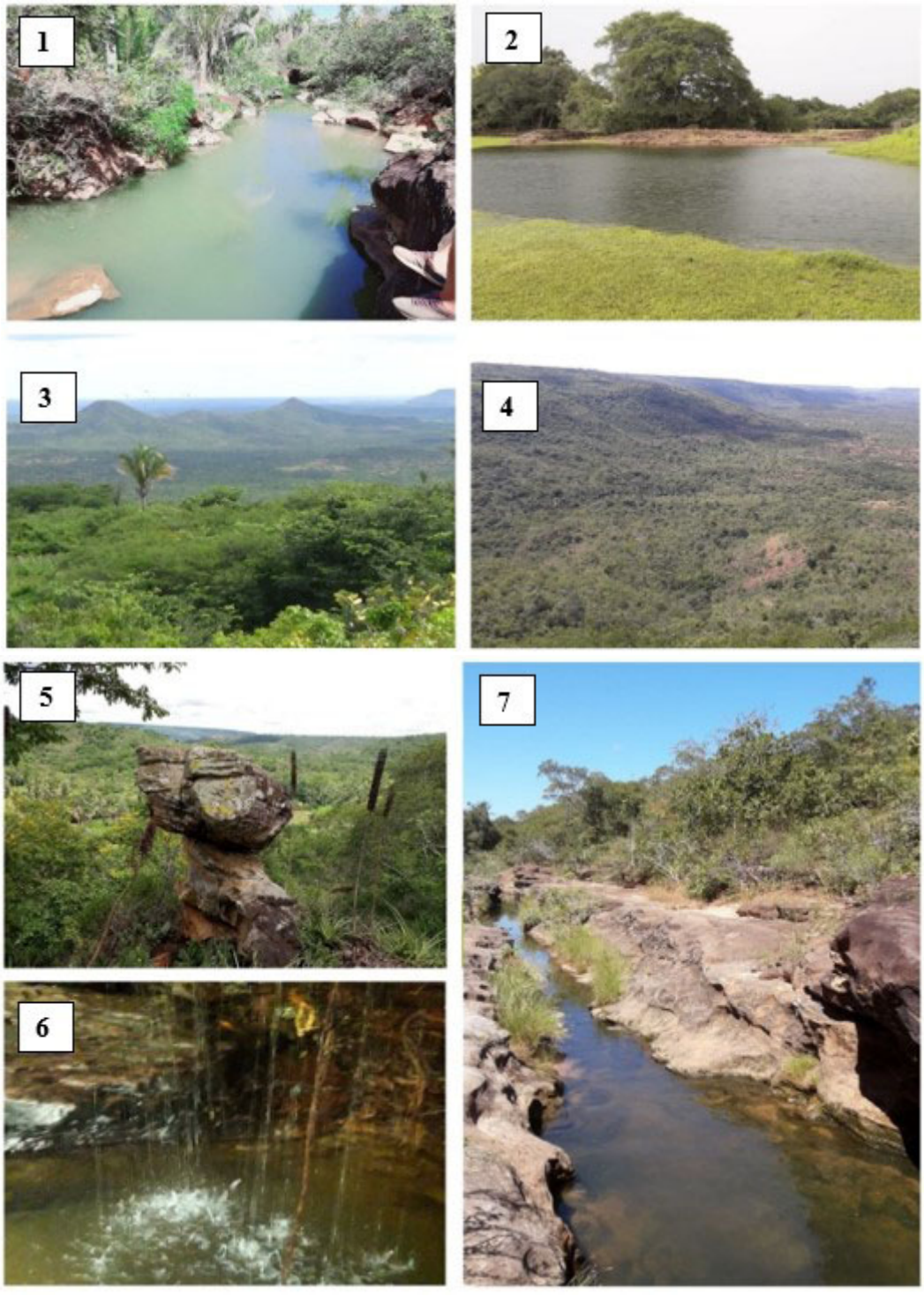
Considerando o potencial apresentado pelo município no Quadro 1 apresenta-se uma síntese dos locais inventariados na área.

Quadro 1. Síntese de informações dos locais inventariados no município de Tanque do Piauí (PI)

Pontos	Localização	Descrição/ Características Naturais	Propriedade/ Condições de acesso
1 – Caldeirão do Frade	S 06º36'0.71" W 42º17'4.70"	Local de imensa falha geológica com existência de poços naturais no curso do riacho do Coco que nasce nas ruinas do aldeamento de São João de Sende. Utilizado para pesca. Recebe esse nome por está próximo a localidade Frade	Particular Pouco acessível
2 – Lagoa do Cantinho	S 06º39'54.0" W 42º18'13.2"	A lagoa surge da retenção das águas das chuvas no período chuvoso numa área do platô de rochas sedimentares num local chamado Cantinho um dos cantos da chapada. O local fica cera de 10 km da sede	Pública Bem acessível
3 – Mirante Chapada dos Nunes	S 06º41'06.3" W 42º17'51.1"	Local da encosta da chapada com visão panorâmica para o vale do riacho dos Cocos e seus afluentes, Serra do Mocambo, Serra da Atálaia, Morro do Pico	Particular Bem acessível
4 – Mirante Talhado do Cantinho	S 06º39'55.6" W 42º18'00.6"	Estão localizados próximo a Lagoa do Cantinho com visão panorâmica para encostas da Chapada Grande, vale dos riacho dos Cocos e seus afluentes como a cachoeira do Jabuti, Serra do Mocambo, morro do pico.	Particular Bem acessível
5 – Mirante Torre de Pedra	S 06º39'20.0" W 42º13'02.6"	O Mirante integra o patrimônio arqueológico, utilizado pelos índios da nação Guequeses para vigiar a presença de povos estranhos no antigo aldeamento São João de Sende um dos principais sítios arqueológicos do município.	Particular Bem acessível
6 – Cachoeira do Jabuti	S 06º41'07.3" W 42º18'05.6	Localiza numa piscina natural também chamado de riacho Pracati surgiu num local de rochas areníticas perfuradas pela ação das correntezas das águas durante o período chuvoso.	Particular Pouco acessível
7 – Riacho Rancharia	S 06º40'54.1" W 42º20'07.7"	Nasce nas encostas da Chapada Grande passa no Salobro antigo festejo que iniciou final do século XIX. Apresenta uma imensa falha geológica em rocha areníca com várias piscinas naturais e presença de cachoeira	Particular Bem acessível

Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Na Figura 5 são apresentados registros fotográficos dos 7 locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico, inventariados para a área de estudo.



Fonte: Autores (2021).

Figura 5. Locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico inventariados no município de Tanque do Piauí, Piauí, Brasil. 1 - Caldeirão do Frade; 2 - Lagoa do Cantinho; 3 - Mirante Chapada dos Nunes; 4 - Mirante Talhado do Cantinho; 5 - Mirante Torre de Pedra; 6 - Cachoeira do Buriti; 7 – Riacho Rancharia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da inventariação dos locais de interesse geológico, geomorfológico, hidrológico e arqueológico do município de Tanque do Piauí, Estado do Piauí, fica evidente as potencialidades, características singulares e valores associados. Locais de importância que podem ser utilizados principalmente, com o uso geoturístico, merecedores assim de ações voltadas à sua conservação.

Ressalta-se que a exploração de modo racional e sustentável dos mesmos poderia constituir uma alternativa de geração de renda à comunidade local, contudo, as ações do poder público voltadas para o segmento do turismo ainda são insuficientes, haja visto a necessidade primordial de instalação de vias de acesso à maioria dos pontos aqui identificados.

Tendo em vista a relevância desses locais como potencializadores, principalmente, de atividades voltadas para fins didáticos (pesquisas científicas, atividades de campo) e turísticos, torna-se fundamental a valoração e divulgação, além das potencialidades geológicas, geomorfológicas e hidrológicas têm-se as gravuras rupestres em afloramentos rochosos, que fazem parte da memória de um povo que ali viveram.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R.C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Tanque do Piauí. Fortaleza: CPRM, 2004.

BRILHA, José**. Patrimônio Geológico e geomorfológico:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

CARVALHO, Reinaldo Vieira de. **Tanque do Piauí**: dados climatológicos, um estudo publicado em rcarvalhopi.blogspot. 2018. Disponível desde 15.07.2018 em: <http://rcarvalhopi.blogspot.com/2018/>. Acessado em 23.09.2021.

COSTA, Alexandre Rodrigues. **Vale do Jacaré**: Paisagem e patrimônio um estudo arqueológico no município de Regeneração, Piauí, Brasil. Teresina, 2015. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL **Mapa Geodiversidade Brasil**: Escala 1:2.500.000. 2006. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil. Brasília/DF- Brasil.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2004.

GRAY, M. **Geodiversity:** Valuing and Conserving Abiotic Nature. 2ª Edição. Londres, John Wiley & Sons, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil.** Região Nordeste. Rio de Janeiro, SERGRAF. IBGE, 1977 (IBGE, 1977).

HODDER, Ian. ORTON, C. **Análisis espacial en arqueología**. Barcelona: Editorial Crítica, 1990

JACOMINE, P.K.T. et al. **Levantamento exploratório** – reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN. 1986. 782 p.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira; e GUERRA, Antônio José Teixeira. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto,** PPGG - UFRJ, v. 6, n.1, p. 151-174, 2016.

LEAL, C.; CUNHA, L. Proposta de classificação da escarpa dos arrifes do maciço calcário estremenho (Portugal Central) como patrimônio geomorfológico: Inventariação e caracterização dos valores patrimoniais. *In*: Atas/Proceedings I Encontro Luso-Brasileiro de Património Geomorfológico e Geoconservação. **Anais...** Coimbra, p.55-61, 2014.

MIRANDA, Reginaldo. **São Gonçalo da Regeneração marchas e contra-marchas - da aldeia indígena aos dias atuais**. 2ª Edição 2013.

NASCIMENTO, M. A. L., RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo**: trinômio importante para conservação do patrimônio geológico. Sociedade Brasileira de Geologia-SBE, 2008.

OLIVEIRA, P. C. A. **Avaliação do patrimônio geomorfológico potencial dos municípios de Coromandel e Vazante, MG**. Uberlândia, 2015. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

PEMBERTON, Michael. **Conserving Geodiversity, the importance of valuing our geological heritage**. 2000. Disponível em: <https://dpipwe.tas.gov.au/Documents/geocon_abstract.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2021

SILVA, Helena Vanessa Maria da. **Geodiversidade e geopatrimônio dos municípios de Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e Sigefredo Pacheco, Piauí**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras. Universidade Federal do Piauí. Piauí, Teresina, 2020.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4016

PATRIMÔNIO HIDROLÓGICO NO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTI (PIAUÍ): POTENCIALIDADES GEOTURÍSTICAS DE QUEDAS D'ÁGUA

HYDROLOGICAL HERITAGE IN THE MIDDLE COURSE OF THE POTI RIVER WATERSHED (PIAUÍ): GEOTOURISTIC POTENTIALITIES OF WATERFALLS

PATRIMONIO HIDROLÓGICO EN EL CURSO MEDIO DE LA CUENCA DEL RÍO POTI (PIAUÍ): POTENCIAL GEOTURÍSTICO DE CAÍDAS DESDE EL AGUA

Helena Vanessa Maria da Silva[1]
Cláudia Maria Sabóia de Aquino[2]
Renê Pedro de Aquino[3]

RESUMO: O estudo objetivou realizar inventário do potencial geoturístico das quedas d'água no médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti, situado no Nordeste do Estado do Piauí. A metodologia baseou-se em revisão bibliográfica pertinente ao tema, visitas de campo e trabalhos de gabinete. A pesquisa foi apoiada na ficha inventário adaptada de Oliveira (2015). Conclui-se que deve haver um planejamento turístico adequado considerando todos os valores associados as quedas d'agua que podem ser turístico, didático, cênico, entre outros. Recomenda-se o estabelecimento de ações como a criação de roteiros turísticos, esquemas de interpretação do patrimônio natural e projetos de educação ambiental para as quedas d'água aqui mapeadas. Ressalta-se que a exploração de modo racional e sustentável das mesmas pode constituir uma alternativa de geração de renda as comunidades locais dependentes das atividades agropecuárias, estas vulneráveis as intempéries climáticas da área de estudo.

Palavras-chave: Geoturismo. Patrimônio natural. Desenvolvimento local.

1 Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – UFC. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9086-2808. E-mail: helenavessa18@gmail.com.
2 Professora da Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, PI. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3350-7452. E-mail: cmsaboia@gmail.com.
3 Professor da Universidade Estadual do Piauí, UESPI, Teresina, PI. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4142-6764. E-mail: rene.uespi@hotmail.com.

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), número do processo: 406587/2018-3.

Artigo recebido em dezembro de 2021 e aceito para publicação em setembro de 2022.

ABSTRACT: This study aimed to inventory the geotouristic potential of waterfalls in the middle course of the Poti River Watershed, in the Northeast of Piauí State. The methodology was grounded on a bibliographical review, pertinent to the theme, field visits and office work. The research was based on the inventory sheet adapted from Oliveira (2015). One concludes that there must be an adequate tourism planning, considering all the values related to the waterfalls, which can be touristic, didactic, scenic, among others. One recommends the establishment of actions such as the creation of touristic routes, interpretation schemes of the natural heritage, and environmental education projects for the waterfalls surveyed in this work. One highlights that the exploration of these waterfalls in a rational and sustainable way can be an alternative for income generation for local communities who depend on agricultural activities, which are vulnerable to inclement weather in the study area.

Keywords: Geotourism. Natural patrimony. Local development.

RESUMEN: El estudio tuvo como objetivo realizar un inventario del potencial geoturístico de las caídas de agua en el curso medio de la cuenca del río Poti, ubicada en el noreste del estado de Piauí. La metodología se basó en una revisión de la literatura relevante para el tema, las visitas de campo y el trabajo de gabinete. La investigación fue apoyada por el formulario de inventario adaptado de Oliveira (2015). Se concluye que debe haber una adecuada planificación turística considerando todos los valores asociados a las caídas de agua que pueden ser turísticos, didácticos, paisajísticos, entre otros. Se recomienda establecer acciones como la creación de itinerarios turísticos, esquemas de interpretación del patrimonio natural y proyectos de educación ambiental para las caídas de agua mapeadas aquí. Se enfatiza que la explotación de manera racional y sostenible de su por lo que puede constituir una alternativa para generar ingresos a las comunidades locales dependientes de las actividades agrícolas, que vulnerables al clima climático del área de estudio.

Palabras clave: Geoturismo. Patrimonio natural. Desarrollo local.

INTRODUÇÃO

No cenário atual, o geoturismo compõe um quadrinômio de grande relevância para o desenvolvimento sustentável, esta atividade juntamente com a geodiversidade, a geoconservação e o geopatrimônio potencializam estratégias, objetivando contribuir para a conservação do patrimônio abiótico (EVANGELISTA; TRAVASSOS, 2014). Seus objetivos não são meramente contemplativos (recreação, lazer), é possível associar essa forma de turismo com a educação ambiental, apresentando também uma finalidade didática (aprendizado). O geoturismo estimula uma integração entre o turismo e a ciência (BENTO; RODRIGUES, 2009; SILVA, AQUINO; AQUINO, 2020).

Apoiando-se no reconhecimento de áreas com significativo valor (intrínseco, científico, didático, turístico, estético, entre outros), que conferem especificidades ao local, o geoturismo é um segmento que possibilita aos turistas a compreensão e aquisição de conhecimentos da geodiversidade e também a apreciação estética da natureza (ARAÚJO, 2005).

Diante disso, de acordo com Oliveira (2016) e Oliveira *et al.,* (2017) as quedas d´água (elementos fluviais da geodiversidade) podem ter valor patrimonial, já que muitas cachoeiras e seu entorno possuem valor de ordem científica (biodiversidade e geodiversidade), ambiental, estética, econômica, cultural, religiosa e turística. Diante disso, nesse artigo, empregou-se o termo locais de interesse hidrológico para as quedas d'água inventariadas, as mesmas fazem assim parte do conjunto denominado patrimônio hidrológico.

Conforme Rodrigues (2019, p. 274) o patrimônio hidrológico é constituído pelo "conjunto de águas oceânicas e continentais (mares, lagos, cursos de água, reservatórios subterrâneos e hidrotermais) bem como a dinâmica, processos e formas associadas", que apresentam valores excepcionais e raridade que ao serem reconhecidos pela diversidade e beleza podem ser valorizados e ir ao encontro dos objetivos da prática do Geoturismo.

O Estado do Piauí apresenta inúmeras quedas d'águas que possuem grande potencial que podem ser amplamente utilizadas em atividades turísticas (lazer e recreação) e educativas, tanto pelas suas aptidões, como pelo baixo risco de degradação (SILVA; AQUINO; AQUINO, 2021a). Alimentadas tanto por cursos d'água perenes, como intermitentes, muitas dessas cachoeiras apresentam afluência turística, ainda que de forma incipiente o que pode-se somar a uma grande possibilidade (e viabilidade) do fortalecimento para o geoturismo como uma alternativa de renda. Alguns dos locais aqui inventariados já fazem parte do Guia Piauí: Destinos (https://issuu.com/jornalismoccom/docs/guia_piau___destinos), elaborado pela Secretaria de Estado do Turismo (SETUR), e do Guia Cachoeiras do Piauí (https://issuu.com/jornalismoccom/docs/guia_das_cachoeiras), integrando roteiros ecoturísticos divulgados regionalmente.

Diante da demanda por estudos acerca do geoturismo e temáticas afins e considerando a importância do conhecimento do patrimônio hidrológico para sua conservação, o presente estudo propôs-se a realizar inventário do potencial geoturístico de quedas d'água em trecho do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti, situado no Nordeste do Estado do Piauí.

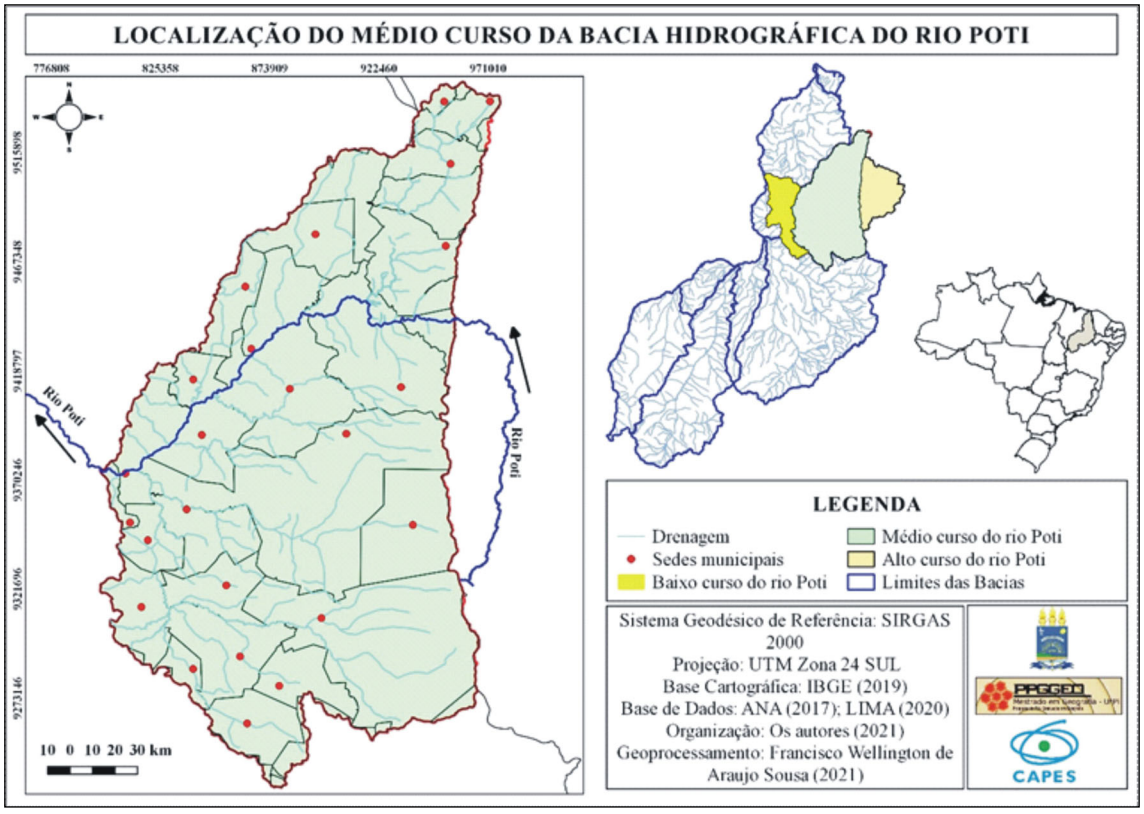
METODOLOGIA

Para operacionalizar o estudo foi realizado inicialmente revisão bibliográfica referente à temática. Posteriormente, foram utilizados recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) para a elaboração dos mapas. Nesta fase foram utilizados os bancos de dados (*shapefiles*), arquivos vetoriais da área de estudo (hidrografia, limites, rodovias, etc). Para tanto se fez uso do *software Qgis* (código aberto) versão 2.8.1.

A pesquisa contou ainda com trabalho e coleta de dados em campo. Foi utilizado um receptor GPS (*Global Position System*) para coleta de coordenadas. Além disso, foi feita uma observação direta com registros fotográficos e preenchimento de ficha inventário adaptada de Oliveira (2015), a qual é considerada adequada às áreas de qualquer dimensão.

ÁREA DE ESTUDO

Com uma área total de aproximadamente 52.270 km², a bacia hidrográfica do rio Poti localiza-se entre as coordenadas 4°06' e -6°56' de latitude e -40°00' e -42°50' de longitude. Com uma extensão total de aproximadamente 550 km, o rio Poti corresponde ao segundo maior afluente da margem direita do rio Parnaíba, sendo classificado como um rio Federal, pois percorre espaços de dois estados brasileiros, Piauí e Ceará (LIMA, 2020). Conforme Lima (2020), o trecho do médio curso do rio Poti (Figura 1) tem início na borda soerguida da Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde forma um planalto do tipo *cuesta*.



Fonte: Organizado pelos autores (2021).

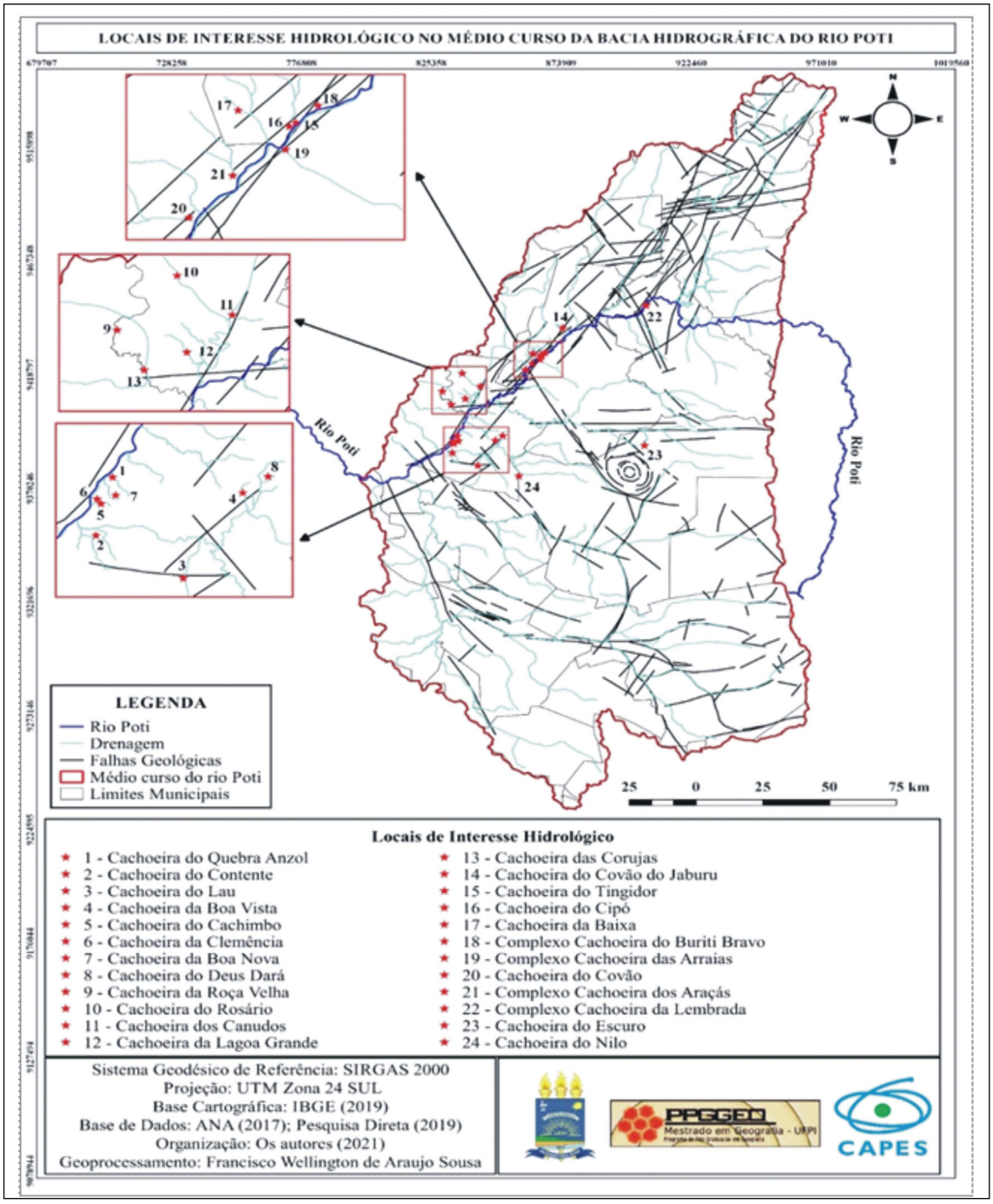
Figura 1. Médio Curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti.

A área total desse trecho é de "aproximadamente 34.080 km², representando cerca de 65% do total da bacia, onde o rio Poti percorre uma extensão aproximada de 250 Km, excluindo-se o trecho de litígio Piauí/Ceará, que é de cerca de 20 Km" (LIMA, 2020, p. 35).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

QUEDAS D'ÁGUA INVENTARIADAS NA ÁREA DE ESTUDO

A partir da inventariação foram identificadas 24 quedas d'águas (locais de interesse hidrológico), conforme Figura 2.



Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Figura 2. Quedas d'águas inventariadas em trecho do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti, Piauí, Brasil.

O trecho do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti em estudo é composto pelos municípios de Buriti dos Montes, Castelo do Piauí, Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e São Miguel do Tapuio, região Centro-Norte do Estado do Piauí. A seguir, segue a caracterização das quedas d'água, com base na ficha de inventário de Oliveira (2015).

Cachoeira do Quebra Anzol (São João da Serra, Piauí)

Situada nas coordenadas 05°29'16.6'' de latitude sul e 041°58'38.7'' de longitude oeste, a Cachoeira do Quebra Anzol localiza-se em área particular, conhecida por Fazenda Altar. Com cota altimétrica de 104 metros o local encontra-se na Formação Longá, litologicamente representada por folhelho, siltito, arenito e calcário.

De fácil acesso visto que o mesmo é feito por estrada carroçável a todo terreno, possui boas acessibilidade e visibilidade. O local dista 10 km da sede do município (São João da Serra) (Figura 3). Apresenta grande beleza cênica, sendo os valores didático, ecológico, turístico e estético elevados.



Fonte: Rota Natureza (2021).

Figura 3. Cachoeira do Quebra Anzol no período chuvoso.

Divulgado e usado como local de interesse paisagístico (lazer e recreação), seus grandes paredões potencializam seu potencial didático, uma vez que pode ser discutido questões relacionadas à estratificação paralela das rochas, transporte de sedimentos e discussão sobre erosão remontante, esta definida como a erosão que se propaga em direção as cabeceiras como tentativa de estabelecer perfis de equilíbrio (GUERRA, 1993).

Em bom estado de conservação e sem gestão pelo poder público, a proteção é insuficiente. As principais vulnerabilidades identificadas são de ordem natural, caracterizadas por clima semiárido, vegetação de caatinga e solos pedregosos, no entanto, no local foi possível observar deterioração provocada por ação antrópica, como a presença de resto de fogueiras.

Cachoeira do Contente (São João da Serra, Piauí)

Situada entre 05°33’13.3’’de latitude sul e 041°59’36.6’’de longitude oeste, e possuindo 69 metros de altitude constitui um setor do Rio da Onça, que fica localizado em propriedade privada, no povoado Contente. O acesso e a visibilidade são consideradas ruins por apresentar trilhas bem íngremes e vegetação densa e fechada. Esculpida em rochas da Formação Poti a Cachoeira do Contente possui queda d’água principal de aproximadamente 2 metros de altura (Figura 4).



Fonte: Herllys Torres (2021).

Figura 4. Cachoeira do Contente no período chuvoso.

Tem como principais valores o didático, turístico, ecológico e estético, destacando-se aspectos relacionados a quedas de blocos, estratificação paralela das rochas, erosão hídrica/fluvial favorecendo processos de corrasão com formações de marmitas. De acordo com Guerra (1993) marmitas são cavidades verticais de boca circular, cônica a cilíndrica, decimétrica a métrica e com profundidade variável até decamétrica, escavada por redemoinhos em rocha ao longo do leito de rios e riachos.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público, apresenta bom estado de conservação e deterioração fraca, as vulnerabilidades identificadas são de ordem natural.

Cachoeira do Lau (São João da Serra, Piauí)

Tem ocorrência em rochas da Formação Longá. Situa-se em propriedade privada no povoado Caraíba, fazenda Raimundo Soares. Localiza-se nas coordenadas 05°36'05.8'' de latitude sul e 041°54'25.5'' de longitude oeste e apresenta altitude de 127 metros (Figura 5).



Fonte: Vanilda Moura (2019).

Figura 5. Cachoeira do Lau no período chuvoso.

De fácil acesso e boa visibilidade trata-se de uma cachoeira com valor didático; turístico; ecológico e estético elevado. Com uma queda d'água principal de aproximadamente 2 m de altura, seus principias interesses perpassam pela discussão sobre estratificação das rochas sedimentares. No local é possível visualizar grandes paredões em seu entorno.

Em bom estado de conservação, apresentando deterioração fraca e vulnerabilidades apenas de ordem natural, o local não apresenta proteção e gestão pelo poder público.

Cachoeira da Boa Vista (São João da Serra, Piauí)

Localizado em propriedade privada, no povoado Boa Vista, a Cachoeira tem sua ocorrência na Formação Longá. Situada entre coordenadas 05°30'17.2'' de latitude sul e 041°50'56.3'' de longitude oeste, possui 165 metros de altitude. O acesso e visibilidade são consideradas ruins, não existe trilha, sendo o percurso feito em meio à vegetação fechada (Figura 6).



Fonte: Autores (2019).

Figura 6. Cachoeira da Boa Vista no período de estiagem.

Com queda d'água principal de aproximadamente 2 metros de altura os principais valores observados são: didático; turístico e estético. O local permite discussões que dizem respeito aos processos de erosão hídrica, tipos de litologia, estratificação das rochas e falhamentos.

Apresentando estado de conservação moderado as vulnerabilidades identificadas são principalmente de ordem natural, o local não apresenta proteção, nem gestão pelo poder público.

Cachoeira do Cachimbo (São João da Serra, Piauí)

Situa-se em área privada, na localidade Floresta. O referido local está entre as coordenadas geográficas 05°31'04.6''de latitude sul e 041°59'19.0'' de longitude oeste, a 149 metros de altitude (Figura 7A e 7B).

Apresenta trilhas bem conservadas, não havendo dificuldades no acesso e na visibilidade. No entanto, a sinalização existente ainda é insuficiente, embora haja uma placa indicando a cachoeira feita por um morador local.

Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo) a referida cachoeira tem sua área de ocorrência na Formação Longá. Apresenta valor didático elevado, posto o mesmo permitir o fornecimento de explicação de processos erosivos, diferença litológica, estratificação e controle estrutural, etc.



Fonte: A – Autores (2019); B – Folha sanjoense (2019).

Figura 7. Cachoeira do Cachimbo. A – Período de estiagem; B - Período chuvoso (de cheias).

Apresentando bom estado de conservação, sem gestão pelo poder público e com proteção insuficiente o referido local apresenta poucas deteriorações, as vulnerabilidades observadas são de ordem natural.

Cachoeira da Clemência (São João da Serra, Piauí)

Localiza-se em área privada na localidade Floresta, e está situado entre as coordenadas geográficas: 05°30'45.5''de latitude sul e 041°59'33.2''de longitude oeste, a uma altitude de 112 metros. Com trilhas bem conservadas o acesso e a visibilidade são boas (Figura 8).

Com ocorrência na Formação Longá a Cachoeira apresenta 5 (cinco) degraus estruturados o que caracterizam pequenas quedas d'água de aproximadamente 1 m de altura. Com elevado valor didático os interesses principais que se destacam são: erosão diferencial, estratificação e controle estrutural (falhamentos).



Fonte: Autores (2019).

Figura 8. Cachoeira da Clemência período de estiagem.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público a área encontra-se em bom estado de conservação. Sem deteriorações as principais vulnerabilidades são de ordem natural.

Cachoeira da Boa Nova (São João da Serra, Piauí)

Com ocorrência na Formação Longá esta localiza-se entre 05°30’29.5”de latitude sul e 041°58’27.5”de longitude oeste, e possui 127 metros de altitude. Localizada em propriedade privada, ambiente cercado, tendo acessibilidade e visibilidade moderada (Figura 9).

O acesso é feito por estrada carroçável que leva até cerca de 2 km do local, o restante do percurso é feito por trilha abandonada (1 km a pé). O local possui valores didático, ecológico, turístico e estético moderado. É possível discutir o trabalho da erosão diferencial e o processo de fraturamento das rochas. Repleta de grandes paredões, a Cachoeira da Boa Nova apresenta desnível muito acentuado, possuindo cinco (05) quedas d’água, sendo que a queda principal mede aproximadamente 8 metros de altura.



Fonte: Autores (2019).

Figura 9. Cachoeira da Boa Nova no período de estiagem.

Com sinais de deterioração provocada por ação antrópica (restos de fogueira e resíduos sólidos), o ambiente encontra-se em estado de conservação comprometido. Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público, as vulnerabilidades naturais se somam as de ordem antrópica.

Cachoeira do Deus Dará (São João da Serra, Piauí)

Localiza-se nas coordenadas 05°29'11.3''de latitude sul e 041°49'26.7'' de longitude oeste apresenta altitude de 196 metros (Figura 10). Esta se localiza em propriedade privada, na localidade Canto do Agreste, povoado Lagoa, sob substrato da Formação Longá.



Fonte: Autores (2019).

Figura 10. Cachoeira do Deus Dará no período de estiagem.

Com difícil acessibilidade, posto o acesso ser feito por trilha abandonada muito inclinada, com vegetação fechada de Caatinga. A visibilidade é comprometida pela presença de árvores e arbustos. Apresenta valor didático moderado sendo possível discutir temáticas como: estratificação de rochas, fraturamentos e falhamentos. A referida cachoeira tem uma queda d'água de aproximadamente 6 metros de altura.

Sem proteção e gestão pelo poder público o local apresenta deterioração baixa, apresentando bom estado de conservação, as vulnerabilidades identificadas são de ordem natural.

Cachoeira da Roça Velha (Novo Santo Antônio, Piauí)

Está entre coordenadas 05°18'59.0''de latitude sul e 041°01'42.6'' de longitude oeste apresentando altitude de 183 metros. Em propriedade privada, o local apresenta boa visibilidade, o acesso à cachoeira é muito difícil, não existe trilha, sendo necessário andar em meio à vegetação fechada. Apresenta desnível muito acentuado, sua queda d'água principal mede aproximadamente 10 metros de altura (Figura 11).



Fonte: Piexplore (2018).

Figura 11. Cachoeira da Roça Velha no período chuvoso.

Assentada na Formação Poti o local apresenta valores didático; turístico; ecológico; cultural; estético e econômico elevado. Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo) os principais processos que podem ser discutidos são: erosão diferencial, que segundo Guerra (1993) é o trabalho desigual dos agentes erosivos ao devastarem a superfície do relevo. Formações de marmitas (feições resultantes do processo de erosão fluvial), estratificações de rochas e o processo de falhamentos.

Com presença de deterioração por ações antrópicas as vulnerabilidades de ordem natural se somam ao mau uso do ambiente. Sem nenhuma proteção o referido local não apresenta gestão pelo poder público.

Cachoeira do Rosário (Novo Santo Antônio, Piauí)

Situa-se entre as coordenadas 05°14'47.2''de latitude sul e 041°57'42.4''de longitude oeste, a 123 metros de altitude. Localizado em propriedade privada apresenta boa acessibilidade. O acesso é feito por estrada carroçável que leva a menos de 50 metros do local (Figura 12).



Fonte: Piexplore (2018).

Figura 12. Cachoeira do Rosário no período chuvoso.

Assentada sobre a Formação Poti, a referida cachoeira é divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Apresenta valores didático; turístico; ecológico; cultural; estético e econômico elevado. Na área é possível discutir o trabalho da erosão diferencial/erosão hídrica com formações de marmitas, estratificação de rochas e ainda processos de fraturamento das mesmas.

Quanto a visibilidade é boa posto o local contar com uma passarela que atravessa toda a cachoeira. Bem sinalizada, com placas informativas sobre o local a mesma não apresenta deterioração e as vulnerabilidades observadas são de ordem natural. A Cachoeira do Rosário possui placas de alerta e orientação para os visitantes e banhista.

Em bom estado de conservação a proteção pela gestão pública ainda é insuficiente, algumas sinalizações, como o portal de entrada com o nome da cachoeira encontra-se deteriorado.

Cachoeira dos Canudos (Novo Santo Antônio, Piauí)

Localiza-se nas coordenadas 05°17’47.4’ de latitude sul e 041°54’00.3’’de longitude oeste e possuí 140 metros de altitude (Figura 13). Localiza-se em propriedade privada e em rochas da Formação Cabeças.



Fonte: Os autores (2019).

Figura 13. Cachoeira dos Canudos no período de estiagem.

Apresenta boa visibilidade e fácil acesso, graças a estrada carroçável que leva até menos de 50 metros do local. Banhada pelo rio Canudos, a mesma apresenta valor didático moderado e valores turístico e ecológico elevado. Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Na área é possível discutir processos como estratificação de rochas, fraturamento, ação erosiva da água, etc.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público o local não apresenta deterioração, estando em bom estado de conservação, sendo as vulnerabilidades observadas apenas de ordem natural.

Cachoeira da Lagoa Grande (Novo Santo Antônio, Piauí)

Localizada em propriedade privada nas coordenadas 05°20'40.4''de latitude sul e 041°57'01.5''de longitude oeste, e possuí 137 metros de altitude. Com visibilidade comprometida pela presença de árvores e arbustos o referido local apresenta queda d'água de aproximadamente 5 metros de altura. Apresentando boa acessibilidade sendo o acesso feito por estrada carroçável que leva até menos de 50 metros do local (Figura 14).



Fonte: Os autores (2019).

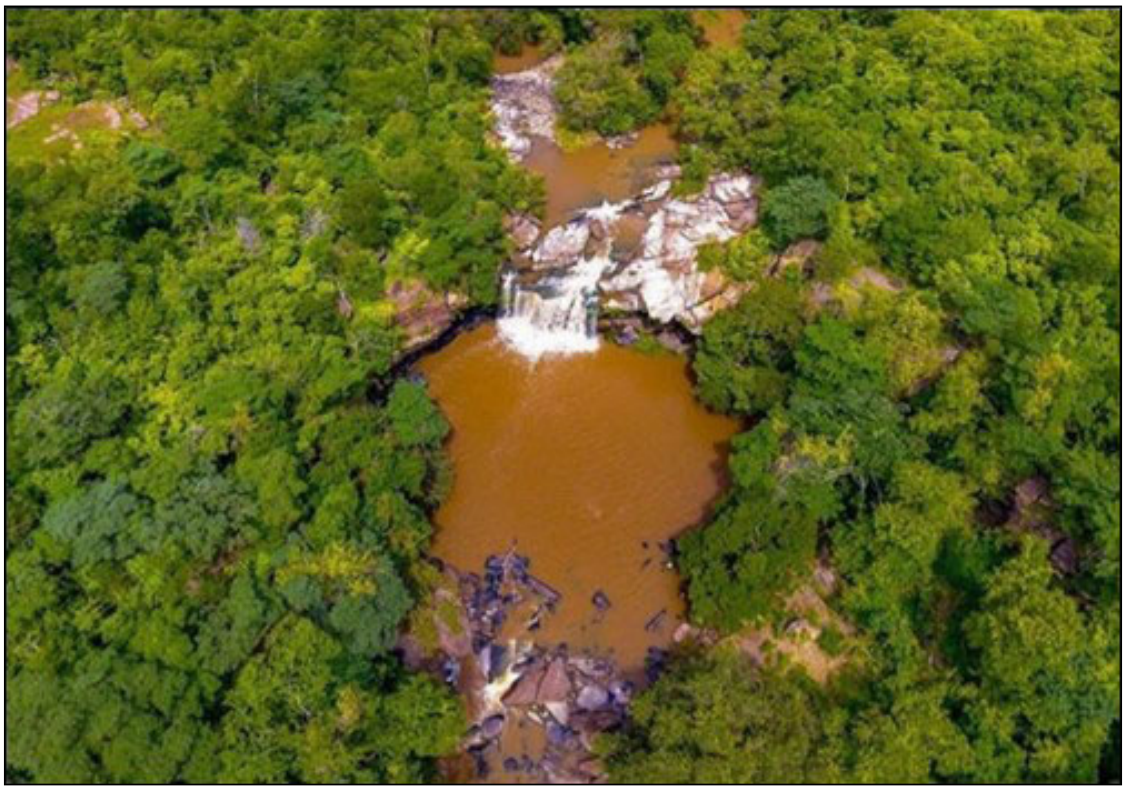
Figura 14. Cachoeira da Lagoa Grande no período de estiagem.

Com ocorrência na Formação Longá o local apresenta valores didático e ecológico elevados, sendo possível discutir processos como estratificação de rochas, fraturamento, ação erosiva da água, etc.

Sem gestão pelo poder público e sem nenhum tipo de proteção o referido local não apresenta deterioração e as vulnerabilidades observadas são de ordem natural.

Cachoeira das Corujas (Novo Santo Antônio, Piauí)

Localiza-se nas coordenadas 05°22’02.6’’de latitude sul e 041°59’52.4’’de longitude oeste a 152 metros de altitude e fica localizada em propriedade privada, povoado Pau de Chapada, cerca de 14 km da sede municipal. De acessibilidade moderada e boa visibilidade. A queda d’água principal tem aproximadamente 10 metros de altura, abaixo da queda principal existe um grande poço para banho (Figura 15).



Fonte: Piexplore (2018).

Figura 15. Cachoeira das Corujas no período chuvoso.

O uso é contínuo, não se restringindo a estação chuvosa, uma vez que o poço d'água não seca. A Cachoeira das Corujas é uma das mais conhecidas e relevantes no município, divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo) o local apresenta valores didático, turístico, ecológico, estético e econômico elevado. Ocorrendo em área da Formação Poti, os principais aspectos de interesses observados são: erosão diferencial, estratificação e falhamentos em rochas.

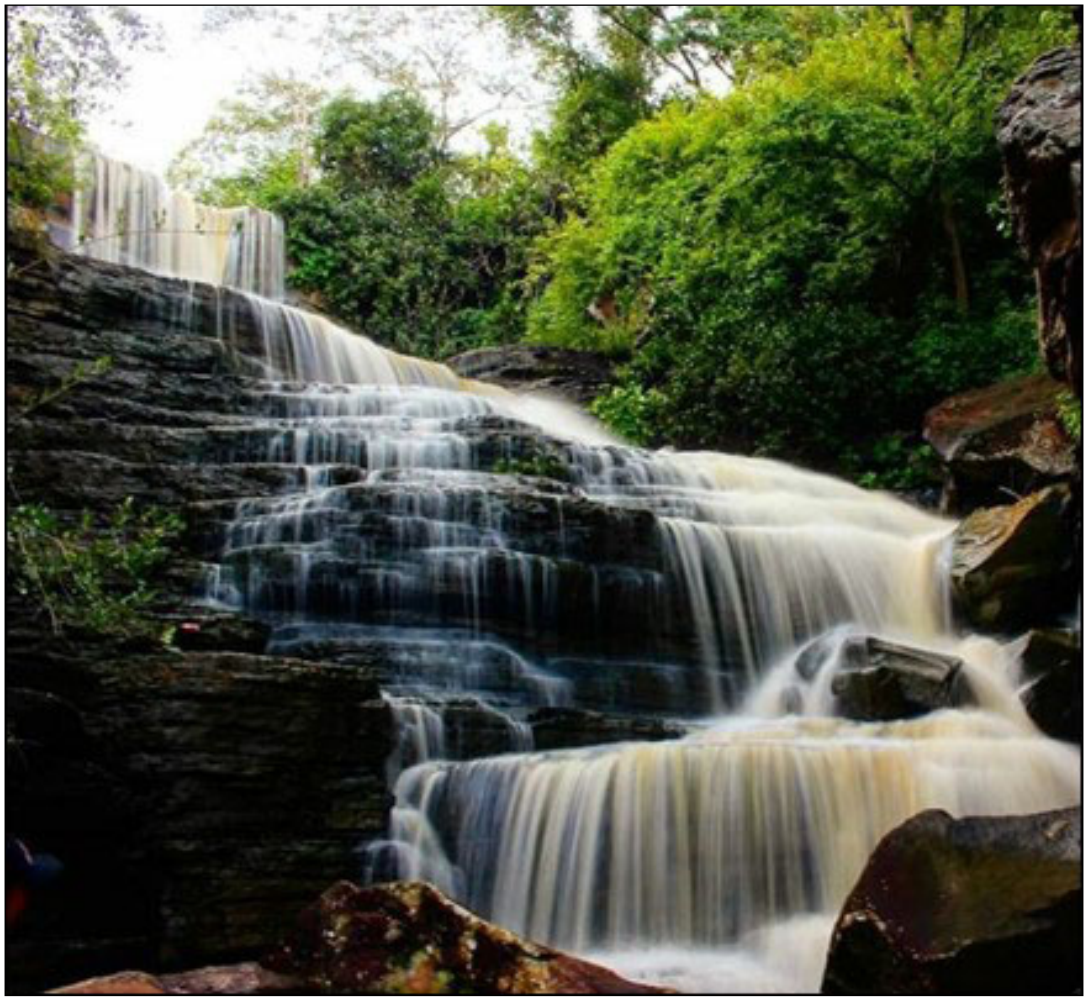
Sem gestão pelo poder público e com proteção insuficiente, no local há presença de deterioração e as vulnerabilidades naturais observadas são somadas as de ordem antrópica, como a presença de restos de fogueira e resíduos sólidos.

Cachoeira do Tingidor (Juazeiro do Piauí, Piauí)

Localiza-se nas coordenadas 05°10'34.8''de latitude sul e 041°41'41.2'' de longitude oeste e possuí 149 metros de altitude. Em área privada o local está assentado sobre a Formação Cabeças. Apresentando corredeiras em degraus a queda d'água principal é de aproximadamente 20 m de altura (Figura 16).

A Cachoeira encontra-se cercada; com acesso moderado realizado por estrada carroçável que leva a cerca de 2 km do local, sendo o restante do percurso feito a pé por trilha. Divulgado e usado como local de interesse paisagístico (lazer e turismo) o local

apresenta valores turístico, estético e econômico elevado. Revelando grande beleza cênica. Apresenta três quedas d'água de aproximadamente 5 metros de altura cada, no local é possível discutir o trabalho da erosão diferencial, estratificação de rochas, fraturamento e falhamentos em rochas, etc.



Fonte: Roberto Sousa (2019).

Figura 16. Cachoeira do Tingidor no período de chuvoso.

Vale destacar que o referido local apresenta algumas placas informativas indicando a cachoeira embora essas estejam em péssimas condições (deterioradas). Com trilhas que levam até o local, o acesso é dificultado por tratar-se de propriedade privada. Este ainda possui placas de alerta e orientação para os visitantes e banhista

Sem gestão pelo poder público a cachoeira não apresenta deterioração, as vulnerabilidades observadas são de ordem natural.

Cachoeira do Cipó (Juazeiro do Piauí, Piauí)

Situa-se nas coordenadas 05°10'42.9''de latitude sul e 041°41'52.8''de longitude oeste, tem altitude de 166 metros e localiza-se em propriedade particular. Com acesso moderado o local encontra-se em uma área que fica a 10 km da sede do município. Apresenta boa visibilidade, a cachoeira está assentado na Formação Cabeças.

Com valores turístico e ecológico elevado os principais interesses possíveis de serem discutidos são: processos como o transporte de sedimentos, arraste de materiais, trabalho da erosão diferencial, estratificação de rochas e falhamentos. Com aproximadamente 3 metros de queda d'água e um poço de aproximadamente 3 metros de profundidade o local apresenta grande beleza cênica (Figura 17).



Fonte: Juazeiro Terra Querida (2019).

Figura 17. Cachoeira do Cipó no período chuvoso.

Embora não seja gerida pelo poder público, apresenta bom estado de conservação. As vulnerabilidades identificadas são de ordem natural.

Cachoeira do Covão do Jaburu (Juazeiro do Piauí, PI)

Situa-se nas coordenadas 05°04'13.7''de latitude sul e 041°37'30.2''de longitude oeste, em área privada, com altitude de 163 metros, estando assentada sobre rochas da Formação Cabeças. Com boa acessibilidade e visibilidade, o acesso é feito por estrada carroçável que leva a menos de 50 metros do local.

Com valores científico, didático, ecológico, turístico, cultural, estético e econômico elevado no local é possível discutir o trabalho da erosão hídrica e laminar, erosão diferencial (resistência das rochas), formações de marmitas (feições resultantes do processo de erosão fluvial), termosclastia, bem como os processos de fraturamento e falhamentos.

Agregando valor cultural a este local constata-se a ocorrência de gravuras rupestres, imagens gravadas em incisões na própria rocha, o que permite a discussão sobre povos primitivos que teriam habitado a região em épocas passadas. Estas gravuras constituem evidências históricas (arqueológicas)

Na local é possível observar corredeiras, quedas d'água em degraus, sendo que a queda principal mede aproximadamente 2 metros de altura (Figura 18A e 18B).



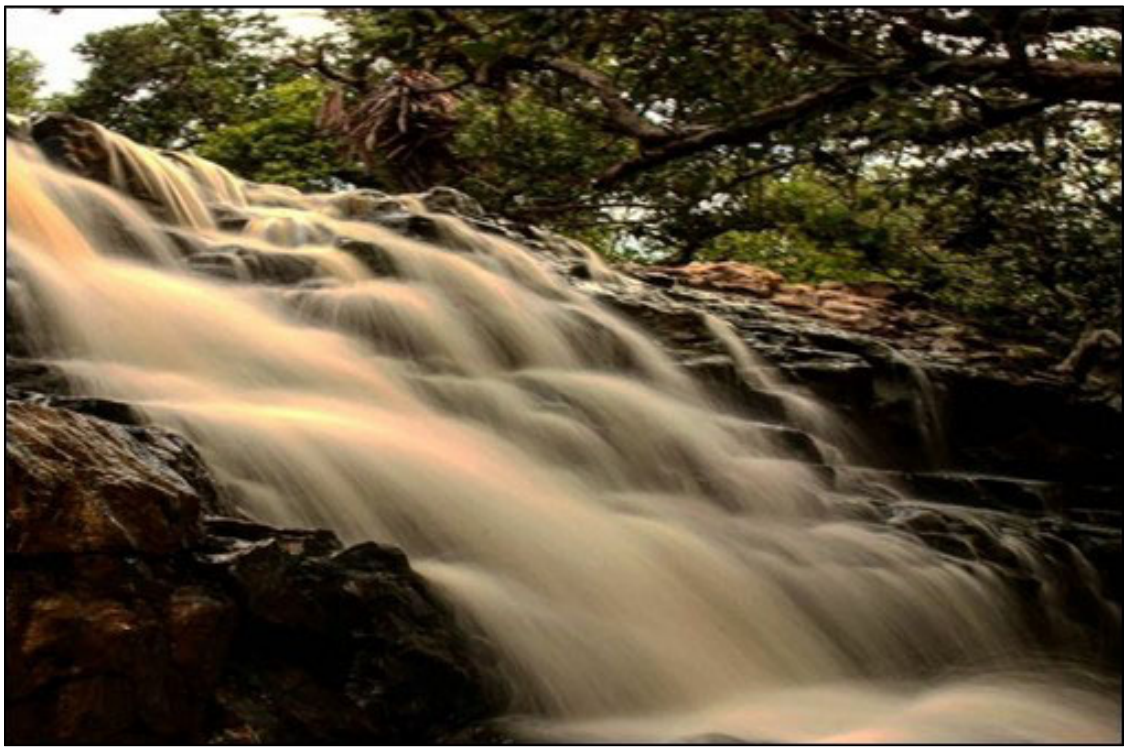
Fonte: A – Autores (2019); B – Renê Aquino (2021).

Figura 18. Quedas d'água em degraus/Cachoeira do Covão do Jaburu. A – Período de estiagem; B - Período chuvoso (de cheias).

Com proteção insuficiente, e sem gestão pelo poder público o local apresenta sinais de deterioração provocada por ação antrópica (restos de fogueira, resíduos sólidos e pichações). O ambiente encontra-se em estado de conservação comprometido.

Cachoeira da Baixa (Juazeiro do Piauí, Piauí)

Localiza-se nas coordenadas 05°10'09.7''de latitude sul e 041°43'26.4''de longitude oeste, e possui 203 metros de altitude. Em propriedade privada, na localidade Bom Jardim o referido local situa-se em área da Formação Cabeças. De fácil acessibilidade, posto o acesso ser feito por estrada carroçável que leva até 50 m do local. Quanto à visibilidade o local apresenta condições de observação comprometida pela presença vegetação (Figura 19).



Fonte: Antônio Francisco (2020).

Figura 19. Cachoeira da Baixa no período chuvoso.

Tem como principal valor o didático onde os principais processos que podem ser discutidos são os processos de erosão hídrica, tipos de litologia (rochas), estratificação e fraturamento das rochas.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público o referido local apresenta deterioração baixa, as vulnerabilidades observadas são apenas de ordem natural, apresentando-se assim em bom estado de conservação. Vale ressaltar que a referida cachoeira tem uma queda d'água de aproximadamente 2 metros de altura.

Cachoeira do Buriti Bravo (Juazeiro do Piauí, Piauí)

Localizada em propriedade privada, localidade Barragem Pimenta, nas coordenadas 05°09'59.0'' de latitude sul e 041°41'00.8'' de longitude oeste, em rochas da Formação Cabeças com altitude de 116 m. De fácil acesso o local encontra-se em uma área que fica a 6 km da sede do município (Figura 20).

Com queda d'água principal de aproximadamente 15 metros de altura formando piscinas naturais a cachoeira apresenta boa visibilidade e acessibilidade. Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo) o referido local apresenta valores didático, cultural, estético, turístico e econômico elevado. Na área é possível discutir processos como estratificação de rochas, fraturamento/falhamentos, relevo ruiniforme, intemperismo físico e ação erosiva da água com destaque para os grandes paredões rochosos.



Fonte: Roberto Sousa (2019).

Figura 20. Cachoeira do Buriti Bravo no período chuvoso.

Com proteção insuficiente e sem gestão poder público, o local apresenta um bom estado de conservação não apresentando deterioração, as vulnerabilidades observadas são de ordem natural.

Cachoeira das Arraias (Castelo do Piauí, Piauí)

Uma das belezas do Parque Municipal Pedra do Castelo a Cachoeira das Arraias localiza-se na comunidade das Barrocas (Figura 21). Situada entre as coordenadas geográficas: 05°11’30.7’’ de latitude sul e 041°41’59.3’’ de longitude oeste, a uma altitude de 164 m, o referido local dista a menos de 5 km da sede municipal.



Fonte: Juscelino Reis (2019).

Figura 21. Cachoeira das arraias no período chuvoso.

Apresentando duas quedas d'água majestosas de aproximadamente 20 m de altura, as águas da cachoeira são formadas pelo riacho da Palmeira, afluente do rio Poti. As volumosas águas formam um grande poço para banho que na época das chuvas (janeiro até abril), chega a ter 10 m de profundidade.

Com visibilidade moderada posto a presença de vegetação o local apresenta fácil acesso, feito por estrada carroçável que leva até menos de 50 metros do local. No entanto, para descer até a parte de baixo é necessário passar por uma trilha bem curta, bem íngreme usando uma escada de madeira que viabiliza o acesso.

Divulgada e usada como interesse paisagístico (lazer e turismo), o local apresenta pequena cascata de caráter permanente, por isso, pode-se encontrar piscinas naturais que se formam na cachoeira e tem água em qualquer período do ano. O local apresenta valores didático, turístico, ecológico, estético e econômico elevado, os principais processos observados são: descontinuidades erosivas (erosão diferencial), fraturamentos/falhamentos, relevo ruiniforme e intemperismo físico, químico e biológico. Têm-se ainda o processo de corrosão com a formação de marmitas provocada pela erosão hídrica.

No local ainda é possível visualizar um belo mirante em estrutura sedimentar com vista panorâmica para o vale o rio Poti que apresenta singularidades do ponto de vista geológico/geomorfológico que permitem interpretar processos geomorfológicos como a relação Topo/Vertente.

Apresentando bom estado de conservação, com gestão pelo poder público e com proteção ainda que insuficiente, infere-se poucas deteriorações, as suscetibilidades observadas são de ordem natural.

Cachoeira dos Araçás (Castelo do Piauí, Piauí)

A Cachoeira dos Araçás localiza-se nas coordenadas 05°12’26.1’’ de latitude sul e 041°43’35.8’’ de longitude oeste e possuí 163 metros de altitude. Em propriedade privada, na localidade Lagoa do Barro, o local está assentado sobre as rochas da Formação Cabeças e encontra-se cercado. É possível observar corredeiras, quedas d’água em degraus. A queda principal mede aproximadamente 5 metros de altura (Figura 22).



Fonte: Fonte: Juscelino Reis (2021).

Figura 22. Cachoeira dos Araçás no período chuvoso.

O referido local apresenta boa visibilidade e acessibilidade. Além dessa cachoeira no local, ainda podem ser encontradas outras importantes quedas d´águas, como a Cachoeira dos Pilões e nascentes surgentes de água, como o Olho d’água matinhas.

De fácil acessibilidade, visto que o mesmo é feito por estrada carroçável a todo terreno, o local dista a menos de 10 km da sede do município. Apresentando grande beleza cênica, os valores didático, ecológico, turístico, econômico e estético são elevados. Divulgado e usado como local de interesse paisagístico (lazer), as infinitas corredeiras revelam grande beleza cênica, permitindo discutir o trabalho da erosão diferencial, estratificação de rochas, fraturamento e falhamentos em rochas, etc. No local ainda pode-

se encontrar piscinas naturais que se formam nos sopés das cachoeiras e tem água em qualquer período do ano.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público, apresentando bom estado de conservação e deterioração fraca, as suscetibilidades identificadas são de ordem natural.

Cachoeira do Covão (Castelo do Piauí, Piauí)

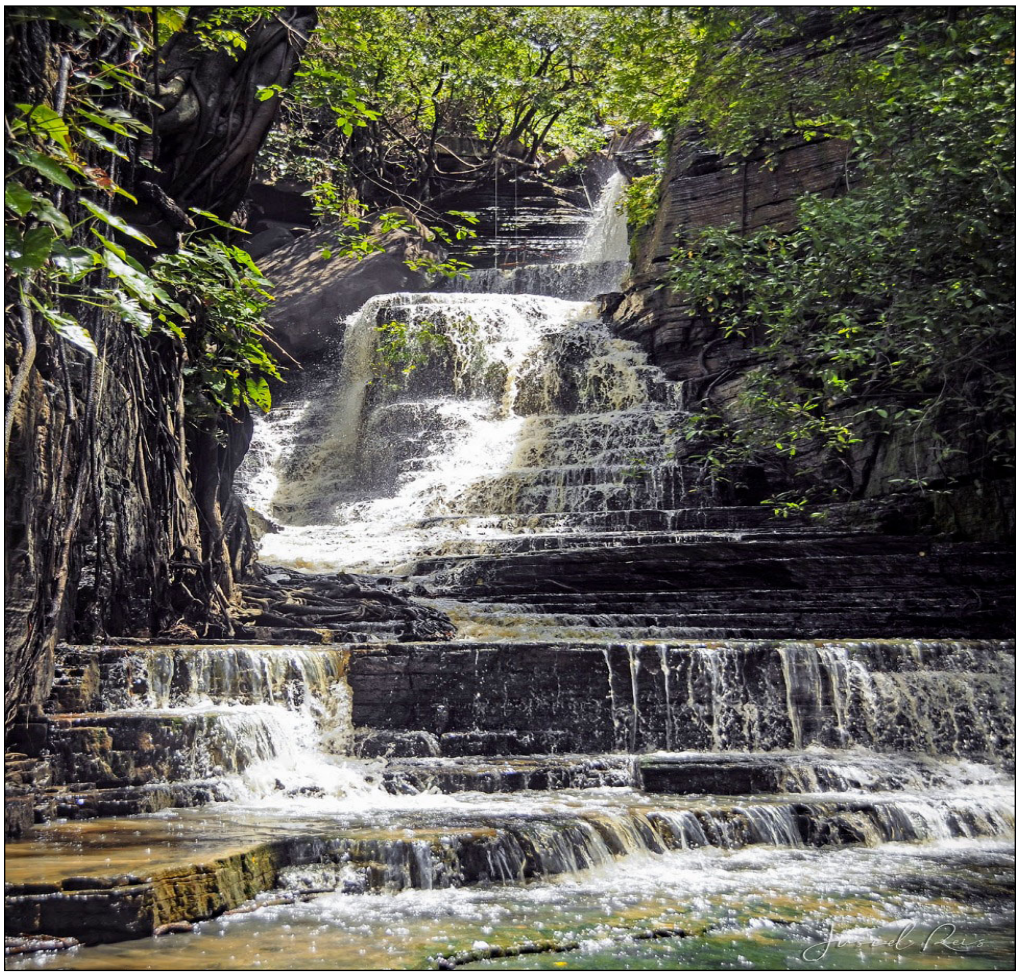
Pertencente ao Parque Municipal Pedra do Castelo a Cachoeira do Covão está localizada em propriedade privada, localidade Brasileira, povoado Boa Esperança, zona rural do município, de modo que é preciso a autorização do proprietário do terreno para visitação. A mesma localiza-se entre as coordenadas geográficas: 05°13'54.2'' de latitude sul e 041°44'55.2'' de longitude oeste, a uma altitude de 198 metros (Figura 23).

Banhada pelo riacho Caldeirão, afluente do rio Poti, o referido local está assentado em rochas da Formação Cabeças. A referida cachoeira apresenta sete quedas d'água, onde a principal é de aproximadamente 15 metros de altura.

Com boa acessibilidade e visibilidade moderada, o acesso é feito por estrada carroçável que leva até menos de 200 metros do local. Para descer até a parte de inferior é necessário passar por uma trilha bem curta e íngreme usando uma escada de madeira e cordas que viabilizam o acesso.

Agregando valor cultural a este local ainda é possível visualizar inúmeras gravuras rupestres, imagens gravadas em incisões na própria rocha, o que permite a discussão sobre povos primitivos, evidências históricas (arqueológicas).

Com valores científico, didático, turístico, ecológico, cultural, estético e econômico elevado o referido local é divulgado e usado como local de interesse paisagístico (lazer e turismo), os principais processos observados que podem ser discutidos são: erosão diferencial, erosão hídrica/fluvial a processos de corrasão com formações de marmitas estratificação, fraturamento e falhamentos em rochas.



Fonte: Juscelino Reis (2019).

Figura 23. Cachoeira do Covão no período chuvoso.

Embora não seja gerido pelo poder público, apresenta bom estado de conservação. Com proteção ainda que insuficiente as vulnerabilidades identificadas são de ordem natural.

Cachoeira da Lembrada (Buriti dos Montes, Piauí)

Esta cachoeira localiza-se nas coordenadas 04°58’55.5’’ S e 041°20’38.8’’ W e está a 208 metros de altitude. Situada em uma propriedade privada, localidade Conceição dos Marreiros a acessibilidade é considerada difícil, uma vez que a estrada apresenta péssimas condições de acesso, com buracos e ladeiras íngremes.

A visibilidade do local é boa, ressalta-se ser possível observar o trabalho erosivo da água e demais características da rocha (Figura 24). Essa queda d’água localiza-se no cânion do rio Poti, contíguo ao leito fluvial, onde é possível visualizar as formações rochosas que o compõe, funcionando como mirante, uma vez que a partir do mesmo, se pode ter uma visão panorâmica da área. O local está inserido no Parque Estadual Cânion do rio Poti, Unidade de Conservação de proteção integral.

Em relação aos valores que apresenta, considerando os usos atuais e potencialidades de aproveitamento, considera-se que o local é dotado de valor didático, turístico, estético, ecológico e econômico, tendo em vista que por apresentar grande beleza cênica já é utilizado regionalmente como ponto turístico.

No local os principais aspectos observados são: estratificação paralela de rochas (das camadas), transporte de sedimentos (arraste de materiais) e discussão sobre erosão remontante. Além disso, ainda pode ser discutido o processo de intemperismo (físico, químico e biológico), quedas de blocos (através do movimento de massas e desmoronamento), processos de falhas e fraturamento das rochas.



Fonte: Juscelino Reis (2019).

Figura 24. Cachoeira da Lembrada no período chuvoso.

Com sinais de deterioração provocada por ação antrópica (restos de fogueira e resíduos sólidos), o ambiente encontra-se em estado de conservação comprometido. Com proteção insuficiente as vulnerabilidades naturais se somam as de ordem antrópica.

Cachoeira do Escuro (São Miguel do Tapuio, Piauí)

Situada nas coordenadas 05°31'15.5" de latitude sul e 041°20'46.6" de longitude oeste, a Cachoeira do Escuro compreende um setor do riacho São Miguel, localizado na localidade Mato Grosso. De fácil acesso visto que o mesmo é feito por estrada carroçável a todo terreno, o local dista 12 km da sede do município de São Miguel do Tapuio (Figura 25).



Fonte: Soares (2017).

Figura 25. Cachoeira do Escuro no período chuvoso.

Com cota altimétrica de 328 metros, o local encontra-se na Formação Pimenteiras. A Cachoeira do Escuro possui boa visibilidade, possuindo 3 quedas d'água sendo que as maiores apresentam aproximadamente 2,70 e 5 metros de altura.

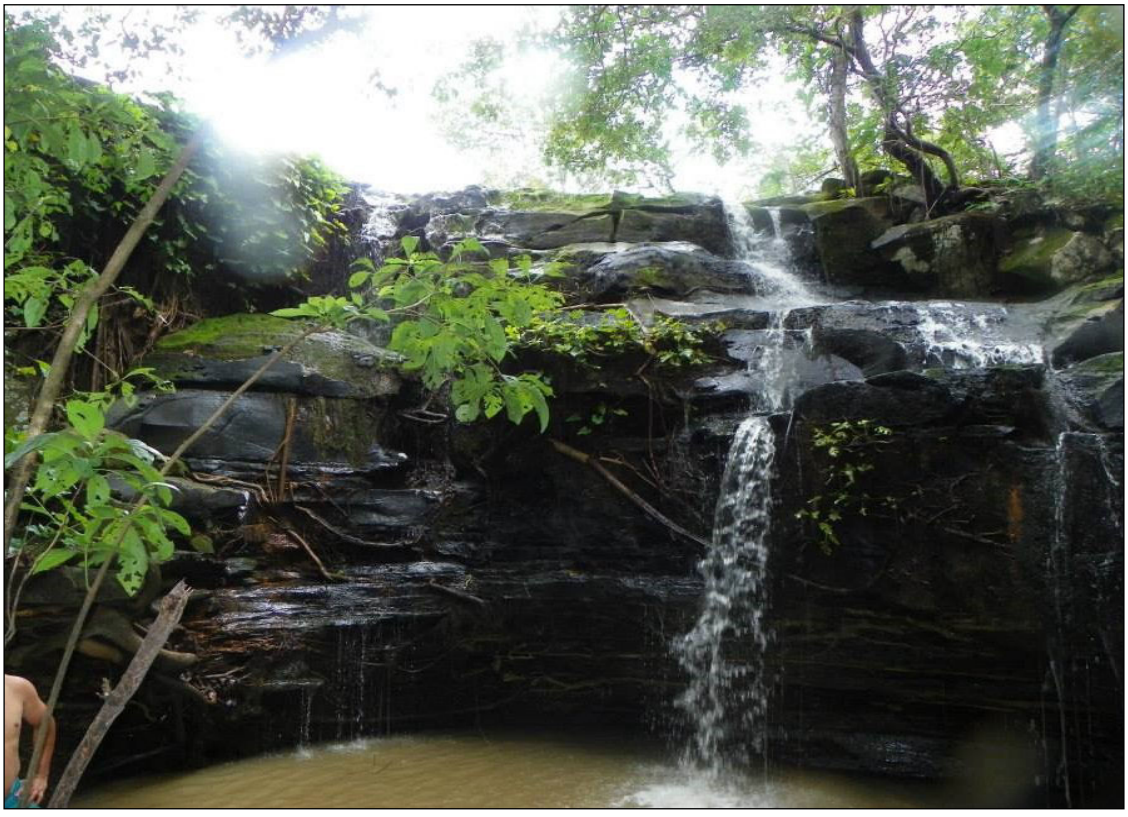
De grande beleza cênica, onde os valores ecológico, turístico, econômico e estético são considerados elevados, o presente local é divulgado e usado principalmente como local de interesse paisagístico (lazer).

O local permite discussões relativas a estratificação das rochas, a partir de suas camadas depositadas paralelamente, transporte de sedimentos (arraste de materiais), além da discussão sobre erosão hídrica. Também é identificado no entorno desse local algumas concreções ferruginosas.

Em bom estado de conservação, apresentando deterioração fraca e vulnerabilidades apenas de ordem natural, a cachoeira não apresenta proteção e gestão pelo poder público. Quantos aos valores didático e cultural, a cachoeira do Escuro tem um potencial médio.

Cachoeira do Nilo (São Miguel do Tapuio, Piauí)

A Cachoeira do Nilo (Figura 26) situa-se nas coordenadas 05°38'21.6''de latitude sul e 041°46'42.5''de longitude oeste, tem altitude de 201 metros e localiza-se na comunidade Pastoreador, próximo a comunidade Jenipapeiro (Figura 26).



Fonte: Autores (2020).

Figura 26. Cachoeira do Nilo no período chuvoso.

Com acesso fácil, o local encontra-se em uma área que fica a 45 km da sede do município. Apresentando boa visibilidade, o referido local está assentado na Formação Longá.

Com valores estético e ecológico elevado, a Cachoeira do Nilo apresenta grande beleza cênica e possui uma queda d'água de aproximadamente 8 metros. Os principais processos possíveis de serem discutidos são: processos como o transporte de sedimentos, dissolução, o trabalho da erosão hídrica e estratificação de rochas, além da formação de marmitas.

Com proteção insuficiente e sem gestão pelo poder público, o referido local apresenta deterioração moderada, as vulnerabilidades de ordem natural se somam as ações antrópicas, como as pichações nas rochas.

Diante da caracterização das quedas d'água identificadas observa-se que o Estado do Piauí apresenta uma diversidade de cachoeiras, portanto um rico patrimônio hidrológico, que favorece o aproveitamento geoturístico do mesmo, uma vez que a compreensão dos processos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos existentes podem ser incorporados

ao geoturismo, uma vertente turística, baseada na valorização dos elementos da natureza, particularmente os abióticos.

A seguir no Quadro 2, apresenta-se uma sistematização de informações das quedas d'água aqui inventariadas que busca potencializar os seus valores, sobretudo no viés turístico.

Quadro 2. Síntese de informações dos locais de interesse hidrológico (quedas d'água) inventariados.

Quedas d'água	Unidade Geológica	Tamanho da queda principal (aprox.)	Tipo de propriedade	Condições de acesso	Potencialidades/ Divulgação e atividades possíveis
1 - Cachoeira do Quebra Anzol	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	>10 m	Privada	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
2- Cachoeira do Contente	Formação Poti (Arenito, Folhelho e Siltitos), com a formação de marmitas e estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem e Bóia-cross
3 - Cachoeira do Lau	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em boas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
4 - Cachoeira da Boa Vista	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
5 - Cachoeira do Cachimbo	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em boas condições, com existência de trilha formada	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
6 - Cachoeira da Clemência	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem

continua

continuação

Quedas d'água	Unidade Geológica	Tamanho da queda principal (aprox.)	Tipo de propriedade	Condições de acesso	Potencialidades/ Divulgação e atividades possíveis
7 - Cachoeira da Boa Nova	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	>5 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
8 - Cachoeira do Deus Dará	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	>5 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
9 - Cachoeira da Roça Velha	Formação Poti (Arenito, Folhelho e Siltitos), com a formação de marmitas e estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
10 - Cachoeira do Rosário	Formação Poti (Arenito, Folhelho e Siltitos), com a formação de marmitas e estratificações de rochas	>5 m	Pública	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
11- Cachoeira dos Canudos	Formação Cabeças	< 2 m	Pública	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
12 - Cachoeira da Lagoa Grande	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	>5 m	Pública	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem

continua

continuação

Quedas d'água	Unidade Geológica	Tamanho da queda principal (aprox.)	Tipo de propriedade	Condições de acesso	Potencialidades/ Divulgação e atividades possíveis
13 - Cachoeira das Corujas	Formação Poti (Arenito, Folhelho e Siltitos), com a formação de marmitas e estratificações de rochas	>5 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
14 - Cachoeira do Covão do Jaburu	Formação Cabeças	< 2 m	Pública	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
15 - Cachoeira do Tingidor	Formação Cabeças	>5 m	Privada	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
16 - Cachoeira do Cipó	Formação Cabeças	< 2 m	Privada	Estrada em boas condições	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
17 - Cachoeira da Baixa	Formação Cabeças	< 2 m	Privada	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Sem divulgação Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
18 - Cachoeira do Buriti Bravo	Formação Cabeças	>5 m	Privada	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem

continua

continuação

Quedas d'água	Unidade Geológica	Tamanho da queda principal (aprox.)	Tipo de propriedade	Condições de acesso	Potencialidades/ Divulgação e atividades possíveis
19 - Cachoeira das Arraias	Formação Cabeças	>10 m	Pública	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
20- Cachoeira do Covão	Formação Cabeças	>10 m	Privada	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
21 - Cachoeira dos Araçás	Formação Cabeças	< 2 m	Privada	Estrada em boas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
22 - Cachoeira da Lembrada	Formação Serra Grande	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
23 - Cachoeira do Escuro	Formação Pimenteiras	< 2 m	Privada	Estrada em boas condições, a queda d'água principal fica próximo a rodovia principal	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem
24 - Cachoeira do Nilo	Formação Longá (Folhelho, Siltito, Arenito e Calcário), com estratificações de rochas	< 2 m	Privada	Estrada de terra em péssimas condições	Divulgada e usada como local de interesse paisagístico (lazer e turismo). Atividades: Recreação (Poço para banho) e observação da paisagem

Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Vale ressaltar que o potencial dessas quedas d'água é restrito aos meses de janeiro, fevereiro, março e abril uma vez que há disponibilidade hídrica para área de estudo. Nos demais meses o potencial se restringe dada a inexistência de pluviometria. Dessa forma, a sazonalidade de precipitação tem um papel importante sobre a dinâmica das bacias hidrográficas e das próprias quedas d'água (morfodinâmica e morfogênese), uma vez que as cachoeiras evidenciadas se localizam em segmentos intermitentes de canais fluviais (Silva, Aquino e Aquino, 2021b).

Nesse sentido o planejamento e o *marketing* turístico devem ser pensados levando em consideração a sazonalidade do potencial. Muitos dos locais (quedas d'água), na época de seca (estiagem), não existem como tal, são apenas afloramentos de rochas. Esse fato, ao mesmo tempo em que pode ser um trunfo do ponto de vista educativo, deve ser alertado aos turistas, para não haver desapontamentos com a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os diferentes tipos de patrimônio natural, o patrimônio hidrológico constitui um grande propulsor para a geoconservação. As quedas d'água (elementos fluviais da geodiversidade ao serem reconhecidas pela diversidade, beleza e excepcionalidades devem ser valorizadas e ir ao encontro dos objetivos da prática do geoturismo, uma estratégia de geoconservação centrada no usufruto sustentável do geopatrimônio.

Dessa forma, constatou-se com base no levantamento realizado o potencial para fins geoturísticos de quedas d'água no médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Poti (Piauí), posto terem sido inventariadas 24 quedas d'águas (locais de interesse hidrológico). Estas constituem-se locais de interesse hidrológico que apresentam grandes beleza cênica, valor turístico, didático, científico, cultural, dentre outros. Ressalta-se que as mesmas podem proporcionar a geração de renda e consequentemente melhorias da qualidade de vida das populações residentes na área de estudo, desde que exploradas de modo sustentável como pressupõe o geoturismo, atividade turística que visa apreciar, divulgar, valorizar e conservar o geopatrimônio.

Ressalta-se, no entanto, que inexistem ações do poder público voltadas sequer para a instalação de vias de acesso a maioria quedas d'águas aqui identificadas. Os gestores precisam conscientizar-se de que a geodiversidade e o geopatrimônio dessa área constituem-se elemento chave para a promoção do desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais de forma sustentável. Recomenda-se o estabelecimento de parcerias entre os setores públicos e privados objetivando viabilizar o geoturismo deste patrimônio hidrológico aqui inventariado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. L. da S. **Geoturismo**: conceptualização, implementação e exemplo de aplicação ao Vale do Rio Douro no Setor Porto-Pinhão. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Escola de Ciências. Universidade do Minho, Portugal, 2005.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geomorfologia fluvial e geoturismo – o potencial turístico de quedas d'água do município de Indianópolis, Minas Gerais. Campinas, SeTur/SBE. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas***,* 2(1), 2009.

EVANGELISTA, V. K.; TRAVASSOS, L. E. P. **Patrimônio Geomorfológico do Parque Estadual do Sumidouro**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2014.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

LIMA, I. M. M. F. Bacia hidrográfica do rio Poti: ambientes e paisagens de transição. In: LIMA, I. M. M. F.; Albuquerque, E. L. S. (Org.). **Rio Poti**: caminhos de suas águas. Teresina: EDUFPI, p. 15-63, 2020.

OLIVEIRA, P. C. A. **Avaliação do patrimônio geomorfológico potencial dos municípios de Coromandel e Vazante, MG**. Uberlândia, Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

OLIVEIRA, C. K. R. de. **Proposta de Classificação de Relevância de Quedas d'água como Subsídio à Conservação**. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

OLIVEIRA, C. K. R. de; SALGADO, A. A. R.; AZEVEDO, F. L.; AMORIM, P. de T. Geoconservação e Patrimônio geológico: uma discussão sobre a relevância das quedas d'água. **Caderno de Geografia**, 27 (2): 201-223, 2017.

RODRIGUES, M. L. Importância do Património Hidrológico para o Geopatrimônio e o Geoturismo. In: Ramos, A. P.; Leal, M.; Bergonse, R.; Trindade, J. & Reis, E. (Org.). **Água e território:** um tributo a Catarina Ramos. Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Lisboa, 2019.

SILVA, H. V. M.; AQUINO, C. M. S.; AQUINO, R. P. Potencial geoturístico das quedas d'água do município de Novo Santo Antônio - Piauí. In: Falcão Sobrinho, J.; Nascimento, F. R. & Claudino Sales, V. de. (Org.). **Geodiversidade:** abordagens teóricas e práticas. 1ed.Sobral/Ceará: Sertão Cult, v. 6, p. 125-145, 2020.

SILVA, H. V. M.; AQUINO, C. M. S.; AQUINO, R. P. Potencialidades geológicas e geomorfológicas para o geoturismo das quedas d'água do município de São João da Serra, Piauí, Brasil. **Terr@Plural***,* Ponta Grossa, v.15, p. 1-24, e2117135, 2021a.

SILVA, H. V. M.; AQUINO, C. M. S.; AQUINO, R. P DE. Geodiversidade e o valor turístico das quedas d'água do município de Juazeiro do Piauí, PI, Brasil. **Revista Equador (UFPI),** v. 10, n. 1, p. 97-117, 2021b.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4017

AS INTERAÇÕES MULTIESCALARES E AS DINÂMICAS ESPAÇO-TEMPORAIS DOS AGENTES NATURAIS E ANTRÓPICOS ATUANTES NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO CEARÁ: UM ESTUDO TEÓRICO

MULTISCALAR INTERACTIONS AND SPACE-TIME DYNAMICS OF NATURAL AND ANTHROPIC AGENTS WORKING IN THE COASTAL ZONE OF THE STATE OF CEARÁ: A THEORETICAL STUDY

INTERACCIONES MULTIESCALARES Y DINÁMICAS ESPACIO-TEMPORALES DE AGENTES NATURALES Y ANTRÓPICOS QUE ACTÚAN EN LA ZONA COSTERA DEL ESTADO DE CEARÁ: UN ESTUDIO TEÓRICO

Eduardo de Sousa Marques[1]
Vanda Carneiro de Claudino-Sales[2]
Lidriana de Souza Pinheiro[3]

RESUMO: O desenvolvimento desta pesquisa utiliza a revisão sistemática de literatura com o propósito de realizar um estudo teórico e interpretativo sobre as mudanças espaciais e temporais na zona costeira do litoral do Ceará, observando a atuação mútua e concomitante dos fatores dimensionados em várias escalas de atuação que interferem na variação do nível do mar. Foi realizado a coleta de informações de trabalhos em duas bases de dados: periódicos da CAPES e Scielo. A primeira etapa consistiu no aproveitamento de pesquisas realizadas anteriormente, disponíveis no Google Acadêmico. O processo de seleção seguiu procedimentos preestabelecidos, com o objetivo final de coletar informações qualitativas sobre a ação multiescalar dos fatores atuantes na zona costeira do Estado do Ceará, construindo esquematizações resultantes das interpretações realizadas após a leitura das pesquisas. Estes estudos podem auxiliar os diversos projetos e planos em curso na zona costeira, proporcionando tomadas de atitudes mais efetivas e racionais.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Antropoceno. Zonas costeiras. Escalas. Ceará.

1 Doutorando do Curso de Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará – UFC. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5306-5452. E-mail: eduardomarques@alu.ufc.br.
2 Pós-doutora em Geomorfologia Costeira da Universidade da Florida – UF. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9252-0729. E-mail: vcs@ufc.br.
3 Doutora em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0863-0771. E-mail: lidriana@ufc.br.

Agradecimentos: À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos (doutorado) para a realização dessa pesquisa vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT, LABOMAR – UFC).

Artigo recebido em maio de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

ABSTRACT: The development of this research uses the systematic review of the literature with the purpose of carrying out a theoretical and interpretative study on the spatial and temporal changes in the coastal zone of the coast of Ceará, observing the mutual and concomitant action of the factors dimensioned in various scales of action that interfere in sea level variation. Information was collected from works in two databases: CAPES and Scielo journals. The first step consisted of taking advantage of previously conducted research, available on Google Scholar. The selection process followed pre-established procedures, with the final objective of collecting qualitative information about the multi-scale action of the factors acting in the coastal zone of the State of Ceará, building schematizations resulting from the interpretations carried out after reading the research. These studies can help the various projects and plans underway in the coastal zone, providing more effective and rational attitudes.

Keywords: Climate Change. Anthropocene. Coastal areas. Scales. Ceará.

RESUMEN: El desarrollo de esta investigación utiliza la revisión sistemática de la literatura con el objetivo de realizar un estudio teórico e interpretativo sobre los cambios espaciales y temporales en la zona costera del litoral de Ceará, observando la acción mutua y concomitante de los factores dimensionados en varias escalas de acción que interfieren en la variación del nivel del mar. La información fue recolectada de trabajos en dos bases de datos: revistas CAPES y Scielo. El primer paso consistió en aprovechar la investigación realizada previamente, disponible en Google Scholar. El proceso de selección siguió procedimientos preestablecidos, con el objetivo final de recolectar informaciones cualitativas sobre la acción multiescalar de los factores que actúan en la zona costera del Estado de Ceará, construyendo esquematizaciones resultantes de las interpretaciones realizadas después de la lectura de la investigación. Estos estudios pueden ayudar a los distintos proyectos y planes en marcha en la zona costera, aportando actitudes más eficaces y racionales.

Palabras clave: Cambio Climático. Antropoceno. Areas costeras. Escamas. Ceará.

INTRODUÇÃO

O estudo sobre a ação conjunta dos agentes endógenos e exógenos em um determinado espaço geográfico tem como fator importante o dimensionamento da atuação desses agentes, debatendo no caso o conhecimento acerca da escala de atuação e/ou abrangência. Em uma perspectiva dinâmica, entender essas escalas que diferenciam os agentes em micro (locais e regionais) e macro (globais) é fundamental para compreender não só as suas inter-relações e as interconexões, mas também as suas estruturações e hierarquias, sendo as escalas de observação um tema primordial para a ciência geográfica (SOTCHAVA, 1978; BERTRAND, 2004; MEIRELES et al., 2005).

É recorrente o debate sobre as mudanças climáticas na atual no Antropoceno, onde se questiona o grau de intervenção antrópica no sistema climático-atmosférico-oceanográfico. Aqui, levanta-se hipóteses sobre o limite da interferência humana em escalas de dimensões planetárias e astronômicas, como no caso da variação do nível do mar a partir das mudanças climáticas caracterizadas em nível global (SUGUIO et al., 1985; MUEHE, 1995; OLIVEIRA et al., 2017). Considera-se importante uma releitura sobre os estudos levantados sobre a multiescalaridade dos agentes atuantes, sabendo que em uma dinâmica ambiental considera-se a ação concomitante desses agentes, compreendendo que os seus comportamentos não ocorrem de forma homogênea (ou uniforme) no espaço e no tempo.

Esse estudo torna-se essencial para as tomadas de atitudes mais planejadas e racionais por parte dos representantes políticos e órgãos governamentais, além de representar a evolução do debate científico sobre as interpretações das dinâmicas dos sistemas terrestres. Esse estudo pode contribuir também para os avanços teóricos nos prognósticos climáticos que estão em constante construção atualmente, como no caso do IPCC - O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (CHURCH et al. 2013). Além disso, o atual debate sobre o Período Antropocênico questiona as potencialidades das intervenções antrópicas e o grau de alteração nos sistemas ambientais dimensionados em várias escalas de observação, trazendo questionamentos sobre as consequências futuras em um cenário de contínuo desequilíbrio desses sistemas ambientais.

No geral, pretende-se com essa pesquisa contribuir com uma nova interpretação dessa multiescalaridade espaço-temporal a partir de uma releitura dos autores que estudam as mudanças climáticas e a evolução morfológica do relevo no contexto do litoral do Nordeste do Brasil, em especial o litoral do Ceará, observando a variação do nível do mar como objeto de estudo. Foi realizada uma busca em diferentes bases de dados de artigos que tratam desses assuntos, realizando a partir da leitura integral dos arquivos coletados uma nova interpretação acerca da multiescalaridade dos agentes que interferem na variação do nível do mar. Os produtos finais gerados foi a produção de esquematizações que representam o resultado final dessas interpretações.

METODOLOGIA

Esta pesquisa desenvolveu uma busca de dados qualitativos com o objetivo de realizar uma revisão sistemática de literatura sobre os agentes exógenos e endógenos que atuam (ou interferem) na variação do nível do mar no litoral do Estado do Ceará. A primeira etapa da pesquisa consistiu em levantar hipóteses sobre as dinâmicas ambientais dimensionadas na zona costeira do Brasil, usando por base os conhecimentos adquiridos sobre os agentes causadores da variação do nível do mar, buscando responder a pergunta: *quais agentes interferem de forma direta e indireta na variação do nível do mar na costa do Estado do Ceará?* Foram coletados artigos e capítulos de livros sem mencionar escalas temporais no buscador do Google Acadêmico, pesquisando trabalhos que discutem temas sobre: *mudanças climáticas, variação da linha de costa e do nível do mar no Ceará,*

erosão costeira no Ceará, processos de ocupação e exploração da zona costeira no Ceará, relação entra a morfodinâmica e a hidrodinâmica costeira no Ceará.

Para início do estado da arte foram aproveitados os resultados sumariamente coletados de estudos bibliográficos feitos antes da construção desse artigo, proveniente de pesquisas já realizadas sobre esses temas, com enfoque voltado para o litoral do Nordeste do Brasil, mais especificamente no litoral do Estado do Ceará. Essa primeira etapa marcou um maior acervo de artigos, livros e capítulos de livros consultados de forma gratuita na internet, sem **minuciar** uma base de dados, utilizando no buscador apenas os termos presentes nos temas elencados anteriormente e selecionando os trabalhos mais citados (ou com maior expressão de publicação), totalizando assim 52 arquivos. Em um segundo momento foi realizado a busca de novos artigos (exceto os livros e capítulos de livros) presentes em duas bases de dados, que foram: periódicos da CAPES e Scielo. Nesse momento foi convencionado que os artigos que não se encontravam nessas bases de dados seriam descartados. A principal ideia de desenvolver uma construção de interpretações neste primeiro e segundo momento é de promover um avanço conceitual e teórico sobre o assunto a partir da continuidade dos estudos realizados a longo prazo.

Foi utilizado a língua portuguesa nos termos usados para a busca, porém foi selecionado "qualquer idioma" na busca avançada a fim de se ter um maior alcance de trabalhos. Os termos escolhidos foram: *nível do mar AND mudanças climáticas AND Ceará, erosão costeira AND mudanças climáticas AND Ceará, linha de costa AND mudanças climáticas AND Ceará, zonas costeiras AND mudanças climáticas AND Ceará, morfodinâmica costeira AND mudanças climáticas AND Ceará*. Nos filtros foram buscados os termos contidos no título, no assunto (no caso dos Periódicos da CAPES) ou em todos os índices (no caso do Scielo), já no processo de seleção/exclusão foi observado no primeiro momento informações contidas no título, no resumo e nas palavras-chaves. Foram excluídos os artigos que não apresentavam correlação com os temas ou que não continham pelo menos um dos termos escolhidos.

Além disso, no processo de seleção e exclusão dos trabalhos foram admitidos apenas as pesquisas realizadas no (ou sobre) o litoral cearense, ou na costa nordestina, ou no Oceano Atlântico Equatorial (ou em ambos os assuntos). Após essa etapa, os artigos foram conferidos na sua íntegra, coletando informações qualitativas sobre a atuação de agentes exógenos e endógenos na variação do nível do mar e a sua respectiva escala de atuação. Procurou-se desenvolver também uma avaliação cega no processo de avaliação da qualidade e viabilidade de uso do artigo, buscando proceder os passos descritos anteriormente. Nas bases de dados foram identificados e excluídos os arquivos duplicados (repetidos), quantificando após a realização de todos os procedimentos os seguintes resultados:

– **Periódicos da CAPES**: artigos coletados = 12 / artigos selecionados = 3
– **Scielo**: artigos coletados = 16 / artigos selecionados = 3

No processo de coleta dos dados qualitativos foi desenvolvido uma tabela contendo informações (seja qualitativas ou quantitativas) sobre a atuação desses agentes em cada escala de observação (local, regional e global), objetivando diferenciar as ações e as

suas respectivas amplitudes no espaço. As informações coletadas para o estudo sobre esses agentes foram: ocorrência espacial (escala), ocorrência temporal (em anos: cem, mil, milhões), ciclos de ocorrências e as principais consequências promovidas por estes agentes (seja em critérios geológicos ou geomorfológicos). Esse mesmo procedimento também foi realizado no primeiro momento da pesquisa, colaborando com o processo de coleta de informações. É preciso destacar que estas informações não serão utilizadas como resultados da pesquisa, tampouco serão publicadas, apenas deverá contribuir nos processos de construção das interpretações posteriormente realizadas (terceiro momento), filtrando apenas os dados necessários para o desenvolvimento do texto do artigo. Durante as discussões utilizou-se a paisagem e o espaço como categorias geográficas de análise.

Nessa etapa (terceiro momento) foi descrita e delimitada a partir da análise das informações coletadas a presença de agentes naturais que se encontram em macroescalas e em microescalas de acordo com os estudos realizados (após a filtragem e seleção de artigos), desenvolvendo para isso interpretações e inferências a respeito do dimensionamento e interação multiescalar destes fatores. As informações coletadas foram necessárias para a construção de esquematizações que objetiva melhor apresentar as interpretações e conclusões realizadas nesta etapa. O objetivo dessa etapa está em desenvolver teorias e construir esquematizações que possam explicar de forma clara e didática a dinâmica natural da área a fim de construir novas inferências.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De modo geral, foi observado nas fases de coleta e seleção de artigos nas duas bases de dados escolhidas (periódicos da CAPES e Scielo) um reduzido quantitativo de trabalhos que abordam uma correlação (seja direta ou indireta) das mudanças climáticas antropogênicas com a variação do nível do mar e da linha de costa, zonas/erosão costeira e a relação da morfodinâmica com a hidrodinâmica costeira na costa do Nordeste do Brasil, em especial no litoral do Estado do Ceará, observando uma maior concentração de trabalhos nas regiões Sudeste e Sul do país. Dessa forma, justifica-se a necessidade de desenvolvimento e discussões dessas pesquisas, principalmente nas áreas onde ainda ocorre pouca produção científica no assunto, como no caso da região Nordeste.

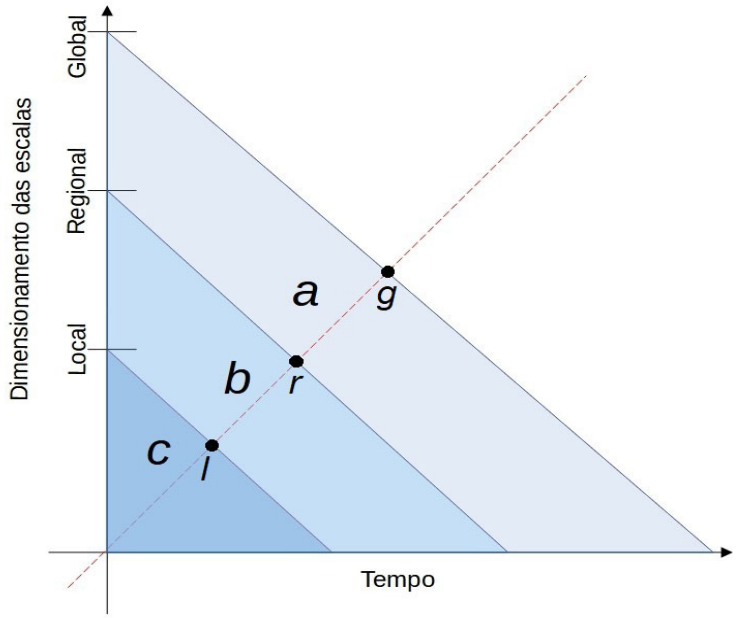
A urgência de pesquisas do estado da arte na zona costeira da região Nordeste pode ser respondida pelas características geoambientais locais e regionais, pois diante das mudanças climáticas antropogênicas que está em curso é possível observar ocorrências de erosão acelerada (principalmente nas áreas mais densamente povoadas), interferência na evolução fisiográfica das feições costeiras diante da especulação imobiliária, influxo dos rios com a presença de barragens, criação de salinas e carciniculturas clandestinas, extração ilegal de areia de praia, bloqueio do transporte eólico de sedimentos no campo de dunas, etc. Essas ocorrências podem não interferir diretamente nas dinâmicas dimensionadas em escalas astronômicas/planetárias, por outro lado as cíclicas mudanças que ocorrem em macroescalas influenciam diretamente no comportamento dos agentes em microescalas.

A multiescalaridade espacial e temporal dos fatores causadores da variação do nível do mar

Os heterogêneos agentes atuantes na zona costeira podem ser mensurados em diversas escalas de atuação, influenciados por fatores climáticos, pelas movimentações da crosta terrestre, pela rotação terrestre e por fatores gravitacionais, constituindo assim um complexo sistema entre os oceanos e os continentes (SUGUIO et al., 1985; MEIRELES et al., 2005). A diversidade de processos geoambientais que configuram a zona costeira responde pelas instabilidades das evoluções fisiográficas das feições, tornando-as susceptíveis a mudanças espaciais (PINHEIRO et al., 2016; COUTINHO et al., 2016). O resultado da variação do nível do mar está diretamente associado com a desigual distribuição da massa d´água dos oceanos por conta das irregularidades topográficas da Terra, considerando que as movimentações das águas oceânicas se comportam de forma diferenciada de acordo com as heterogêneas condições geoambientais em escala regional e local (MARTIN et al. 1993; SUGUIO et al. 1985; CHURCH et al. 2013; COUTINHO et al., 2016; BRAGA et al., 2020).

As constantes variações do nível relativo do mar são ocasionadas por inúmeras reações geossistêmicas de diferentes dimensões e escalas, e provocam um contínuo remodelamento das feições costeiras (MEIRELES et al., 2005). A variação da linha de costa está diretamente relacionada com a oscilação do nível do mar, no decorrer do tempo geológico essas mudanças podem ser cíclicas, apresentar um processo erosivo ou progradacional (BIRD, 2008; BRAGA et al., 2020). É importante considerar que a variação do nível do mar deve ser mensurada em diferentes escalas regionais e locais, sendo inviável a elaboração de uma curva global (geral) do nível do mar que tenderia ser relativa (SUGUIO et al., 1985; MEIRELES et al., 2005). A glácioeustasia, tectonoeustasia, a geóidoeustasia e a sedimentoeustasia provocam mudanças dos níveis oceânicos (eustasia), com diferentes amplitudes espaciais e temporais em diferentes faixas latitudinais do planeta, podendo ser evidenciados por indicadores geológicos, arqueológicos e biológicos (BRUUN, 1962; SUGUIO et al., 1985; MARTIN et al., 1993; MUEHE, 1995; BIRD, 2008; CUNHA et al., 2017).

Ao observar a intensa dinâmica natural existente nas zonas costeiras que interferem sistematicamente no nível do mar, se propõe uma interpretação matemática simplificada sobre as interações diretas ou indiretas entre os fatores que incidem em um espaço, dimensionados em multiescalas (Figura 1). A dinâmica ambiental (*da*) (equação 1) em um determinado espaço é dada pela variação e interação de diversos fatores (*a, b, c*), podendo ser dimensionados em três escalas de abrangência ao longo do tempo. Além disso, a variação e ação desses fatores sobre o espaço apresenta heterogêneas potencialidades ou graus de interferências, representados pelos expoentes *x, y, z*. A medida da amplitude espaço-temporal desses fatores são indicados pelos pontos *g* (global), *r* (regional) e *l* (local), onde $g > r > l$.



Equação 1: $da = f(\Delta a^x, \Delta b^y, \Delta c^z)$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. dimensionamento multiescalar dos fatores ao longo do tempo. Observa-se que as tonalidades em azul indica que não há divisão ou separação dos fatores atuantes, a principal proposta é representar uma dinâmica interação de forma hierárquica. O ponto *g* equivale a eventos de longa duração (milhões de anos) como as mudanças morfológicas do fundo do oceano por eventos tectônicos, o ponto *r* equivale a eventos de média duração (milhares de anos) como os eventos interglaciais, o ponto *l* equivale a eventos de curta duração (meses e centenas de anos) como os ajustamentos isostáticos do terreno.

A recente configuração das feições costeiras é resultado das variações do nível do mar durante o Pleistoceno e o Holoceno da atual Era Cenozoica, influenciado pelos contínuos ciclos de glaciação e deglaciação, a tectônica global e a forma geoidal da Terra (BRUUN, 1962; BIRD, 2008). A formação do litoral do Ceará origina-se a partir da separação do continente sul-americano e o africano no período Cretáceo da Era Mesozoica, havendo assim um processo de *riffiting* sentido em escala mundial ao longo de milhões de anos (MARTIN et al., 1993; MUEHE, 1995; CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2006). Dessa forma, considera-se que a subida do nível do mar está diretamente relacionada com a contínua abertura e expansão dos oceanos nos processos de divergências de placas tectônicas, onde há uma intumescência térmica que proporciona uma elevação do fundo oceânico nas dorsais, formando uma crosta mais densa e em processo de subsidência térmica (DEBELMAS; MASCLE, 2002; MEIRELES et al. 2005; BRAGA et al., 2020).

Apesar de ocasionar transgressões generalizadas nos processos de *riffiting*, as causas tectônicas podem ser mensuradas por uma abrangência regional, sendo que as deformações do modelado das margens continentais dependem das características geológicas (SKINNER;

TUREKIAN, 1977; DEBELMAS; MASCLE, 2002; TEIXEIRA et al., 2009), havendo assim uma variação do deslocamento vertical do terreno que proporciona estágios transgressivos que favorece os processos erosivos e a sedimentação siliciclástica na costa semiárida do Brasil (PINHEIRO et al., 2020). As variações eustáticas em escala planetária estão relacionadas com os cíclicos períodos de glaciação e deglaciação, ocorrendo no modo geladeira (glaciação) o confinamento de parte da água (em forma de gelo ou neve) nos continentes, causando uma queda global do nível da água, no modo estufa há uma elevação da temperatura no planeta, motivando o derretimento e recuo das geleiras (deglaciação), aumentando o volume de água e a subida do nível dos oceanos (SKINNER; TUREKIAN, 1977; SUGUIO et al., 1985; TEIXEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2017). No litoral do Brasil o período de deglaciação no Holoceno promoveu a intensificação do processo de transgressão marinha, numa taxa de 100 centímetros por século (MUEHE, 1995).

De modo geral, é possível correlacionar as mudanças do nível do mar e a temperatura dos oceanos com os fenômenos de movimentos de placas tectônicas e as atividades vulcânicas, podendo também estar associado com as mudanças dos modos geladeira e estufa (NANCE et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017). Os eventos de glaciação e deglaciação proporcionam variações do nível do mar em centenas de metros, apresentando uma duração estimada em milhares de anos (MUEHE, 1995). As atuais feições costeiras estão associadas as variações do nível do mar ao longo do Quaternário, responsáveis pela redistribuição da cobertura sedimentar inconsolidada dos fundos marinhos desde o último grande evento glacial ocorrido há 18 mil anos (TEIXEIRA et al., 2009). Na costa semiárida do Nordeste do Brasil a sedimentação siliciclástica ocorreu em períodos de diminuição do nível do mar, enquanto que a sedimentação carbonática se processou em períodos de aumento ou estabilização do nível do mar (PINHEIRO et al., 2020). Além disso, há uma correlação entre o comportamento térmico dos oceanos com as contínuas mudanças climáticas, estabelecendo assim alterações dos níveis dos mares que são responsáveis pelo controle de sedimentação e erosão na zona costeira (BIRD, 2008; BRANDÃO, 2008).

As mudanças climáticas são eventos que ocorrem naturalmente na história da Terra, podendo apresentar durações estimadas em meses ou algumas centenas de anos, incluindo também nessa questão os ajustamentos isostáticos, os efeitos tectônicos locais, as mudanças da pressão atmosférica, a circulação termohalina e a deformação do geoide por efeitos gravitacionais (MUEHE, 1995; ARTAXO, 2014; FRANCHINI et al., 2017). Alterações da distribuição, frequência e intensidade dos fenômenos atmosféricos e das características físicas e químicas dos oceanos são sinais de mudanças climáticas, tendencialmente continuarão a ocorrer no futuro de forma cíclica e em constante relação com os fatores astronômicos (BIRD, 2008; SATO; POLITO, 2008; TEIXEIRA et al., 2009, OLIVEIRA et al., 2017). Essas alterações podem repercutir em escalas mais locais, caracterizadas por causas deposicionais que podem ser facilmente modificadas por ações antrópicas que acelera os efeitos erosivos e favorece um maior deslocamento da linha de costa (SKINNER; TUREKIAN, 1977; SUGUIO, 1998; CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2006; MORAIS et al., 2006).

Dados atuais da NASA (2021) revela um constante aumento do nível médio global do mar de 1993 até atualmente, registrando em janeiro de 2021 uma variação da altura do mar de 98 mm (± 4 mm de margem de incerteza), com uma taxa de variação de 3,3 mm (± 0,4 mm/ano). Esses dados indica um cenário inverso dos estudos que revelam uma tendência progradativa da costa brasileira que ocorre em escala milenar (SUGUIO et al., 1985; TEIXEIRA et al., 2009). Além disso, esses resultados levam a discutir sobre as atuais condições climáticas da Terra, submetida por fatores astronômicos como os ciclos lunares e nodal da Lua (MOLION, 2017) e os ciclos solares (OLIVEIRA et al., 2017), além da crescente intervenção antropogênica que pode interferir na composição gasosa da atmosfera terrestre a partir da emissão de gases de efeito estufa, podendo interferir também no comportamento físico e químico das águas superficiais dos oceanos (CHURCH et al., 2013; MOLION, 2017). As principais consequências estão nas ocorrências de eventos extremos como as secas, as ondas de calor e as enchentes, alteração dos níveis de salinidade das águas subterrâneas dos municípios costeiros, impactos sobre o ecossistema costeiro e o bioma marinho (PEIXINHO; FEITOSA, 2008; GUIMARÃES et al., 2010; BERNARDES et al., 2012; GODOY; LACERDA, 2015; ALVES et al., 2021).

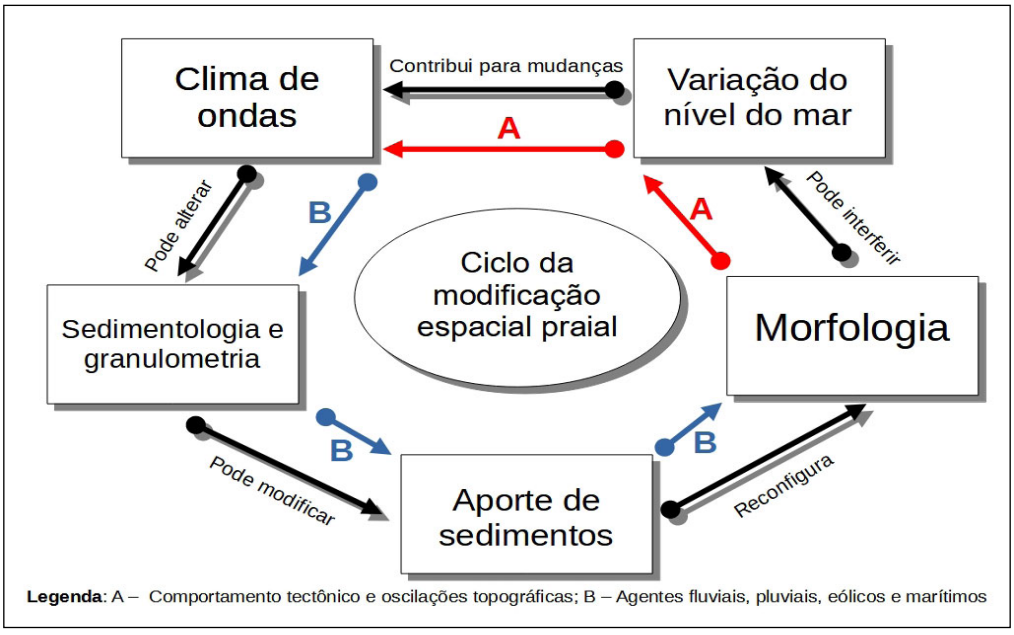
Mudanças espaço-temporais promovidas pela atuação conjunta entre a morfodinâmica e a hidrodinâmica costeira

As constantes mudanças espaço-temporais são resultado das inúmeras dinâmicas que se processam mutuamente, formando um sistema com agentes que funcionam e evoluem associadamente, organizados conjuntamente, interligados e alinhados em várias escalas e complexidades em um sistema de hierarquias (CAPRA, 1996; TROPPMAIR; GALINA, 2006). Nesse sentido, aplica-se a evolução conjunta da morfodinâmica e da hidrodinâmica praial, observando que a ação da água provoca uma constante remobilização dos sedimentos inconsolidados da praia, gerando diferentes gradientes espaço-temporais em seu transporte que altera a morfologia do perfil praial (BROWN et al., 1999; CALLIARI et al., 2003). Critérios como a topografia de fundo e a geometria dos sedimentos tem relação direta com o potencial de remobilização dos grãos, incluindo também a aerodinâmica como fator potencial na movimentação dos sedimentos (WRIGHT; THOM, 1977; SILVA et al., 2004). Essas dinâmicas configuram e individualizam as paisagens, produtos de diferentes processos evolutivos.

Dessa forma, observa-se que na medida que a hidrodinâmica atuante induz mudanças morfológicas das feições costeiras, as mesmas causam alterações no padrão hidrodinâmico, formando um sistema natural que evolui conjuntamente (CALLIARI et al., 2003). As considerações acerca desse assunto passaram por reformulações teóricas, definindo na década de 1970 uma morfodinâmica costeira atrelada ao constante remodelamento topográfico e a padronização da dinâmica dos fluidos como grandezas que interagem mutuamente e não hierarquicamente (WRIGHT; THOM, 1977; ALBUQUERQUE et al., 2009). Atualmente a morfodinâmica costeira se consolida como um importante método de

estudo da morfologia e da dinâmica costeira, apresentando assim uma interpretação mais completa e coerente (CALLIARI et al., 2003). Além disso, esse estudo fornece subsídios para o acompanhamento espaço-temporal de ciclos de erosão e deposição, permitindo também a construção de prognósticos das mudanças morfológicas (MALLMANN et al., 2014; ALVES et al., 2021).

O ciclo da modificação espacial praial (Figura 2) é uma proposta de interpretação da ação cíclica e concomitante dos agentes exógenos e endógenos, e consiste em um sistema aberto e dimensionado em multiescalas de abrangências, apesar de estar esquematizado em um ciclo com formato pentagonal (com cinco elementos constituintes) as inúmeras interações e dinâmicas podem sofrer alterações a partir do comportamento dos agentes dimensionados em escalas planetárias e astronômicas. De forma resumida, esse ciclo define a modificação do espaço praial diante da atuação de agentes endógenos (nas setas vermelhas "A") e exógenos (nas setas azuis "B"). Dependendo da localização geográfica, haverá uma maior intensificação de um agente ou fator (uma relação dialética, mas não excludente), evidenciando assim as inúmeras diferenças geoambientais que podem ser identificadas e caracterizadas, havendo a necessidade de se (re)ajustar as formas de apropriação do espaço.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 2. ciclo da modificação espacial praial. Pontua-se que os elementos constituintes nesse ciclo atuam de forma simultânea e de forma contínua, a relação apresentada é de causa e efeito em uma representação simplificada da dinâmica espacial. A caracterização climática de uma região é resultante da atuação contínua de elementos e fatores dimensionados em escala astronômica, sua interferência nesse ciclo ocorre de forma a alterar a intensidade ou a amplitude da ação desses elementos, interferindo diretamente em todos os elementos constituintes. A ação antropogênica também pode intervir (em uma menor abrangência, mas em ritmo acelerado) na evolução (ou no comportamento) desses elementos constituintes, porém não interfere no processo de caracterização climática de uma região.

Dessa forma, compreende-se que as escalas de abrangência planetária consistem no somatório de vários ciclos com características geoambientais próprias, individualizados por elementos espaciais que configuram e diferenciam as paisagens. A individualização dos mecanismos destes ciclos (Figura 2) são dimensionados em microescala (letra B na legenda da Figura 2) e não interfere diretamente nos mecanismos de sistemas em macroescala (letra A na legenda da Figura 2), como no caso das ações antropogênicas que artificializam as paisagens, mas não anulam ou ativam as atividades tectônicas. Porém, é importante considerar que um conjunto integrado e sistemático de agentes que atuam em microescala pode (gradualmente) interferir no comportamento de agentes dimensionados em macroescala, pois as características que definem os agentes em macroescalas está atrelado ao comportamento conjunto de todos os ciclos constituintes, integrados sistematicamente (Figura 2).

A morfodinâmica costeira está relacionada com as formas deposicionais, que por sua vez está em constante contato com os processos hidrodinâmicos atuantes (WRIGHT; SHORT, 1984), alterando assim a modelagem das feições costeiras por fatores geológicos relativos aos processos genéticos (deposições e afloramentos rochosos e movimentos da crosta terrestre) e por fatores climáticos que moldam a geomorfologia local, com níveis de modificações dependentes da litologia local (BIRD, 2008). Esses fatores alteram constantemente a configuração do litoral a partir da ação dos agentes que provocam erosões, transportes e deposições de sedimentos, observando que o grau de modificação espacial dependerá do volume de sedimentos depositados, da granulometria dos sedimentos, da composição mineralógica, da energia das ondas, do perfil topográfico e da variação do nível do mar (MUEHE, 1995). Dessa forma, considera-se que as praias podem apresentar diferentes graus de modificações espaciais, com variados níveis de vulnerabilidades e susceptibilidades (ALVES et al., 2021). Dessa forma, interpreta-se que um dado espaço pode apresentar um mosaico de paisagens interconectados, com características próprias diretamente dependente das dinâmicas em macroescalas.

A mecânica atrelada ao retrabalhamento dos sedimentos na zona costeira tem como ponto de partida o aporte de sedimentos provenientes do continente, que serão transportados pelos rios e depositados na plataforma continental (MUEHE, 2006). A variação da ação hidrodinâmica das águas continentais para a plataforma continental gera padrões sedimentares mistos, interferindo na formação de paisagens com diferentes tipos de usos (PINHEIRO et al., 2020). A constante ação das ondas em zonas de águas rasas que incidem obliquamente a praia realizam a remobilização dos sedimentos em direção ao perfil praial, deslocando-se perpendicularmente à costa em forma de zig-zag (*swash e backwash*), gerando uma corrente longitudinal (deriva litorânea) que flui a oeste (no caso das praias no Ceará) em razão da atuação dos ventos alísios (MABESOONE, 1968; BROWN *et al*., 1999; MUEHE, 2001; CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

A quebra das ondas e o transporte de sedimentos seguem em direção oblíqua de propagação em relação a linha costa, promovendo uma deposição diferencial com uma maior presença de sedimentos mais grosseiros nos fundos dominados por ondas em águas

rasas (ondas com profundidade menor ou igual à metade do seu comprimento), reduzindo assim a taxa de deposição de sedimentos mais finos nessa zona (MUEHE, 1995; SILVA et al., 2004; TEIXEIRA et al. 2009). Além disso, as zonas costeiras situadas em condições semiáridas (como no caso do Estado do Ceará) apresentam um baixo fluxo dos rios que se caracterizam por serem temporários, que somado com outros fatores e dinâmicas naturais e com as inúmeras intervenções antropogênicas interferem no desenvolvimento fisiográfico das praias a partir da redução no transporte de sedimentos e desequilíbrios da balança sedimentar (SMITH; MORAIS, 1984; MORAIS et al., 2006; PINHEIRO et al., 2020)

O padrão hidrodinâmico local é o resultado da interação entre as ondas e as marés, impondo um constante atrito que modificará a geometria dos sedimentos inconsolidados, alterando assim a caracterização morfológica das feições costeiras e, consequentemente, o padrão hidrodinâmico (SHORT, 1996). Dessa forma, é possível considerar um padrão cíclico entre as evoluções morfodinâmicas e hidrodinâmicas, que se reajustam constantemente em um sistema integrado (SHORT, 1996; MUEHE, 2001; CALLIARI et al., 2003). Nos estudos morfodinâmicos no litoral do Ceará destaca-se a zona de surf como o início da evolução fisiográfica das praias, importante zona onde ocorre a dissipação das ondas, proporcionando o desenvolvimento de grande parte dos processos que controlam a morfodinâmica e a hidrodinâmica praial (CALLIARI et al., 2003; MASSELINK; TURNER, 1999 *apud* MALLMANN et al. 2014).

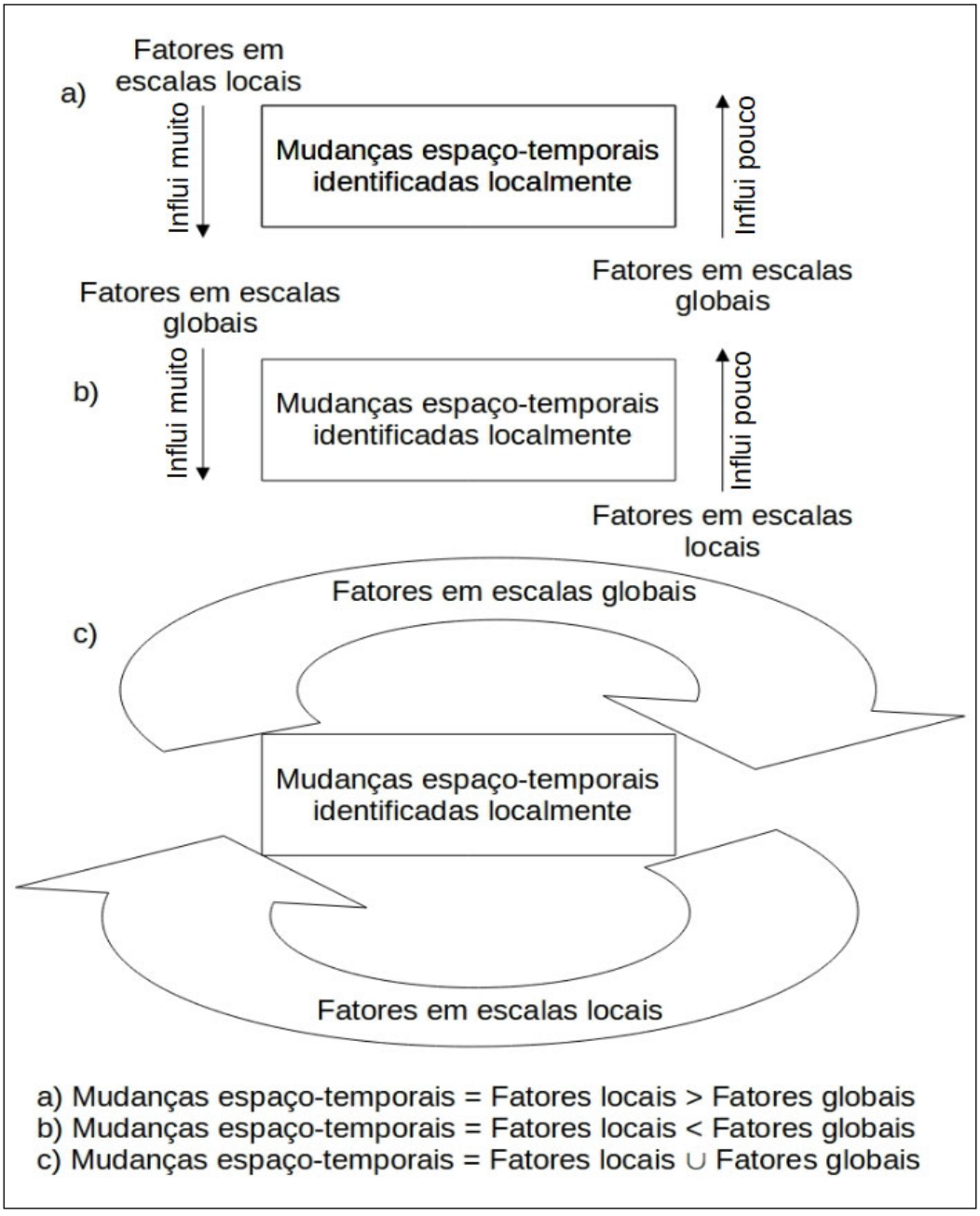
Dessa forma, para avaliar o grau de equilíbrio de uma praia é necessário observar o tamanho do grão e o clima de ondas, sabendo que qualquer alteração granulométrica poderá ocasionar alterações morfológicas e hidrodinâmicas. Praias com sedimentos mau selecionados podem apresentar correntes variadas e proximidade com a rocha mãe (ou rocha matriz), por outro lado as praias com sedimentos bem selecionados apresentam regularidades de correntes. Além disso, a granulometria pode também interferir no estado morfodinâmico, com praias refletivas caracterizadas pela alta inclinação e por conter sedimentos mais grosseiros, as praias dissipativas que apresentam pequenas inclinações e contém sedimentos mais finos, os estágios intermediários que podem se desenvolver a partir de um perfil dissipativo para um estado refletivo no momento em que ocorre progressivamente uma maior inclinação da face de praia (MUEHE, 1995; SILVA et al., 2004). Por conta da alta dinamicidade natural esses ambientes não apresentam um estágio fixo referente a sua morfodinâmica e hidrodinâmica, podendo variar a sua configuração com relação ao seu estado mais frequente e modal, a depender da ação mútua dos agentes exógenos e endógenos (MUEHE, 1995).

A alta dinamicidade dos fatores de microescalas nas zonas costeiras: a ação dos agentes exógenos nas transformações paisagísticas

Os processos atribuídos a evolução morfológica das feições costeiras apresenta um importante componente que interfere na padronização dos mecanismos naturais: a ação antropogênica (MEIRELES et al., 2005). A erosão costeira faz parte dos diversos

mecanismos da natureza, é resultado da ação conjunta de fatores naturais que configuram fisicamente o espaço e que é caracterizada por conter um balanço sedimentar negativo, sendo que a aceleração dos efeitos erosivos pode estar correlacionados com os fatores antropogênicos em escala local de atuação (SUGUIO, 1998; MEIRELES et al., 2005; BERNARDES et al., 2012; COELHO, 2020).

A recente discussão sobre as crescentes mudanças espaço-temporais ocorridas nos últimos tempos indica a presença de um novo período no tempo geológico da Terra, denominado de Antropoceno, marcado por alterações significativas das dinâmicas naturais do planeta, acarretando acentuados desequilíbrios ambientais, sendo a forma de atuação do Homem sobre o seu meio habitado o principal fator em questão (ARTAXO, 2014; GODOY; LACERDA, 2015; FRANCHINI et al., 2017; BRAGA et al., 2020). Nessa discussão é possível observar duas linhas de interpretação, aqueles que consideram que as mudanças globais são provocados por fatores em escalas locais e aqueles que afirmam que os fatores locais estão submissos as mudanças globais dimensionadas em escalas de abrangência planetária. No entanto, há ainda uma resposta oposta e alternativa a estas duas teorias, na qual desconsidera este sistema de hierarquias multiescalar, observando que há uma ação simultânea (porém heterogênea) dos fatores em escalas locais e globais em um dado espaço delimitado por dinâmicas próprias (Figura 3). Apesar destas diferentes considerações, entende-se aqui a interação multidimensional entre as escalas, tornando-se assim um sistema aberto com a possibilidade de ocorrer a presença e atuação de outras escalas de maiores abrangências.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3. esquematização teórica sobre a relação dos fatores em escalas locais e globais nas mudanças espaço-temporais em um dado espaço. Observa-se que nos esquemas "a" e "b" há uma contrabalança dos fatores em escalas globais e locais sobre as mudanças espaço-temporais, havendo assim a sobreposição de um fator sobre o outro. Esses esquemas revelam uma interpretação linear da dinâmica natural em um dado espaço, onde um fator pode anular o outro. No esquema "c" não há uma relação de exclusão e sobreposição, o que se propõe é uma relação cíclica e conjunta (de forma simultânea) de todos os fatores sobre um dado espaço, sem deixar de considerar a heterogeneidade da sua natureza.

A alta dinamicidade natural da zona costeira torna constante a variação da linha de costa durante variados fluxos de tempo, em decorrência da atuação de diversas forças provenientes de diferentes processos: a tectônica de placas, efeito das marés, correntes marítimas, variações da temperatura e pressão, etc. (BIRD, 2008; COELHO, 2020). Esses processos naturais atuam em diferentes escalas de tempo e espaço, interferindo na variação do nível do mar, na circulação oceânica, no clima de ondas, no regime de ventos, etc. (MUEHE, 1995). As alterações das condições naturais na zona costeira podem ocasionar diversas reações geossistêmicas, podendo também interferir nos processos morfogenéticos de diferentes escalas, modificando assim a variação do nível do mar e a intensidade da erosão em uma determinada área (BRUUN, 1962; MARTIN et al., 1993; MEIRELES et al., 2005; BERNARDES et al., 2012; BRAGA et al., 2020).

O equilíbrio sedimentar da zona costeira está diretamente associado com a variação do nível do mar, onde o aumento deste nível provocará deslocamento do volume erodido na linha de costa, ocorrendo assim um transporte *offshore* em direção para a antepraia (BRUUN, 1962). A antepraia é uma zona da praia que equivale a profundidade de fechamento, que é a profundidade limite onde cessa o transporte sedimentar pelas ondas e correntes (WANG; DAVIS JR, 2007). Para que ocorra um equilíbrio sedimentar das praias é necessário haver um controle e gerenciamento dos processos de uso e ocupação nas zonas *onshore* e *offshore*: na parte *offshore* é importante que as intervenções antrópicas ocorram em profundidades acima do ponto de fechamento, na parte *onshore* essas intervenções devem ser evitadas nas zonas onde ocorrem o *bypass* litorâneo e o processo de deriva litorânea (CLAUDINO-SALES; CARVALHO, 2014).

Um segmento costeiro poderá apresentar diferentes respostas erosivas, a variação da linha de costa dependerá da situação geográfica, das características geológicas e geomorfológicas locais (MUEHE, 2001). A Costa Semiárida do Nordeste do Brasil apresenta condições ambientais que favorece a intensificação da erosão diante de uma eventual elevação do nível do mar, caracterizando-se por uma superfície relativamente estreita e plana, contendo baixa sedimentação terrígena pelos rios que estão submetidos a condições climáticas semiáridas, favorecendo assim na alta produção carbonática com direção a costa (MUEHE, 1995; COUTINHO, 2000; PINHEIROS et al., 2020; LINS OLIVEIRA et al., 2021). A balança sedimentar negativa no perfil praial pode ser acentuada pela presença de inúmeras intervenções antropogênicas, como os desmatamentos, as salinas, a carcinicultura, as barragens nos cursos dos rios e no acelerado processo de urbanização que se fixa nas margens dos rios, provocando assim déficits sedimentares na fachada marítima (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2006; MORAIS et al., 2006; MEIRELES et al., 2007).

O acelerado e desordenado processo de uso e ocupação da zona costeira do Estado do Ceará somado com as mudanças climáticas em curso intensificam a tendência erosiva das costas arenosas no mundo nas últimas décadas, sendo a elevação do nível do mar a principal causa desse fenômeno (SUGUIO, 2010; ALVES et al., 2021; NASA, 2021). Além do impacto sobre a evolução fisiográfica das feições costeiras, o avanço do mar interfere na salinidade das águas subterrâneas, afetando assim na qualidade da água

e ameaçando a segurança hídrica e alimentar da população litorânea (PEIXINHO; FEITOSA, 2008; ALVES et al., 2021; BERNARDES et al., 2012). Uma provável consequência está nos desequilíbrios ecológicos, artificialização da paisagem e na perda da atratividade do lugar, gerando diversas perdas econômicas para a população e para os investidores locais, sendo necessário a criação e execução de planejamentos a longo prazo e gestão de ações integradas com a participação direta das comunidades tradicionais (MEIRELES et al., 2007; ALVES et al., 2021; BERNARDES et al., 2012).

Por ser um ambiente cobiçado pela sua beleza cênica, é comum encontrar na zona costeira do Ceará diversos conflitos para o uso e exploração do território, resultante de diversos interesses econômicos e políticos. Esses conflitos tendem a se intensificar rapidamente e de forma desordenada em consonância com o desenvolvimento econômico local, havendo a necessidade de promover um gerenciamento costeiro com a participação das comunidades envolvidas (MEIRELES et al., 2007). A falta de informação resulta na dificuldade de criação de planejamentos e ações para o gerenciamento costeiro pelos órgão públicos competentes, o qual carece de dados que possa caracterizar geoambientalmente a área para melhor mapear e compreendê-lo, e avaliar se o que ocorre é resultado de um processo natural, ou por um ciclo marcado por desequilíbrios ambientais que espontaneamente e esporadicamente retorna a normalidade ou por fatores que proporciona respostas erosivas contínuas (MUEHE, 2006; ALVES et al., 2021). É importante pontuar a necessidade de um planejamento espacial marinho que extrapole os estudos locais que se encontram individualizados, havendo assim a execução de projetos a longo prazo que contemple extensões a um nível regional da zona costeira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento do debate sobre as mudanças climáticas antropogênicas está relacionado com a necessidade de criar projetos ou planos a longos prazos com o intuito de amenizar os diversos problemas que podem ser potencializados futuramente, como no caso do avanço do mar que pode motivar casos de insegurança alimentar a partir da salinização dos lençóis freáticos, além da destruição do patrimônio público e privado e geração de desabrigados, resultando em vulnerabilidades socioeconômicas. Nesse contexto, é preciso compreender os efeitos da ação dos diversos agentes dimensionados em multiescalas (assunto primordial nos estudos geográficos), que atuam sobre um determinado espaço e que podem estar em processos cíclicos ou não. É nesse sentido que as pesquisas teóricas sobre o assunto devem estar em constante acompanhamento, construção e renovação a fim de auxiliar os futuros planejamentos e intervenções por parte dos representantes políticos.

Essas questões passam por um estudo de causa e efeito em multiescalas, sendo necessário a comunicação entre os cientistas de diversas áreas para a construção de uma visão holística sobre a natureza. Ações nesse sentido podem ser identificadas nos relatórios do IPCC, mas há pouca aplicabilidade para as questões mais locais. O desenvolvimento de estudos pautados na interpretação da ação multiescalar dos fatores que atuam em

um determinado espaço pode proporcionar a delimitação daquilo que é permissível e daquilo que é proibido no processo de apropriação do espaço, buscando desenvolver uma economia racional e sustentável que se adéqua as características geoambientais. No caso das zonas costeiras, considera-se que há uma maior urgência da construção desses estudos por conta da alta dinamicidade natural e das rápidas mudanças paisagísticas, incentivadas por crescentes intervenções antropogênicas em microescalas. A ausência de um gerenciamento costeiro efetivo e competente possibilita a existência e acumulação de problemas ambientais, podendo ser intensificados a depender do comportamento dos fatores em macroescalas, sendo necessário a sua estruturação a longo prazo.

No caso da zona costeira do Estado do Ceará foi possível identificar uma carência de trabalhos que possam trazer uma relação entre as mudanças climáticas antropogênicas com as dinâmicas dimensionadas em microescalas. O desenvolvimento de pesquisas científicas na área torna-se urgente diante do acelerado processo de exploração e artificialização do espaço, gerando inúmeros desequilíbrios ambientais. Dessa forma, é preciso pontuar a necessidade de se construir pesquisas que possam discutir o comportamento dos fatores em macroescalas e as eventuais consequências acumulativas em microescalas. Outro ponto a considerar nesse contexto é o contínuo questionamento das causas e dos efeitos gerados pelas inúmeras intervenções antropogênicas que se diferenciam no tempo e no espaço, e que devem ser levados em consideração no processo de construção de novos projetos de apropriação dos espaços. As vulnerabilidades da zona costeira no litoral do Ceará têm relação com o acelerado ritmo de apropriação e exploração dos recursos naturais, sendo preciso repensar essas intervenções com o propósito de ofertar justiça social e ambiental para os povos do litoral.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. G.; CALLIARI L. J.; CORRÊA I. C. S.; PINHEIRO L. S. Morfodinâmica da Praia do Futuro, Fortaleza - CE: uma síntese de dois anos de estudo. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 01(2): 49 – 57, 2009.

ALVES, D.C. L.; WESCHENFELDER, J.; FERREIRA-CRAVO, M.; ESPINOZA J. M. A.; ALBUQUERQUE, M. G. Advances in the application of digital elevation models (DEMS) for the evaluation of coastal flooding. **Revista Mercator** (Fortaleza) [online], 20 (e20012): 1 - 19, 2021.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**, 103: 13 – 24, 2014.

BERNARDES, M. C; KNOPPERS, B. A.; REZENDE, C. E.; SOUZA, W. F. L.; OVALLE, A. R. C. Land-sea Interface Features of Four Estuaries on the South America Atlantic Coast. **Brazilian Journal of Biology**, 72 (3 SUPPL): 761 - 774, 2012.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista Ra´e ga**, UFPR, Curitiba (PR), 8: 141 – 152, 2004.

BIRD, E. C. F. **Coastal Geomorphology**: An introduction. Second edition, British library,

England, 436 p., 2008.
BRAGA, R. C.; PIMENTEL, M. A. S.; ROCHA, E. J. P. Mudanças climáticas e impactos da elevação do nível do mar na zona costeira: pesquisa bibliográfica e contribuição conceitual. **Fronteiras**: Journal of Social, Technological and Environmental Science (Anápolis), 9 (1): 230 - 255, 2020.
BRANDÃO, R. L. Regiões costeiras. *In*: SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil** – Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. CPRM, Rio de Janeiro, p. 89 – 97, 2008.
BROWN, E.; COLLING, A.; PARK, D.; PHILLIPS, J.; ROTHERY, D.; WRIGHT, J. **Waves, Tides and Shallow Water Processes**. Second edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, The Open University, 227 p, 1999.
BRUNN, P. Sea level rise as a cause of shore erosion. **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering**, ASCE, 88: 117 – 130, 1962.
CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JÚNIOR, E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 51 (único): 63 – 78, 2003.
CAPRA, F. A. Teia da Vida. Cultrix, São Paulo, 249 p, 1996.
CHURCH, J. A.; CLARK, P. U.; CAZENAVE, A.; GREGORY, J. M.; JEVREJEVA, S.; LEVERMANN, A.; MERRIFIELD, M. A.; MILNE, G. A.; NEREM, R. S.; NUNN, P. D.; PAYNE, A. J.; PFEFFER, W. T.; STAMMER, D.; UNNIKRISHNAN, A. S. Sea Level Change. *In*: **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 TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V and Midgley PM (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1137 – 1216, 2013.
CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO, A. M. Dinâmica costeira controlada por promontórios no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Geociências (UNESP)**, 33 (4): 579 – 595, 2014.
CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J. P. Geomorfologia da zona costeira do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *In*: Silva JB, Dantas EWC, Zanella ME, Meireles AJA (Org.). **Litoral e sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Expressão gráfica, Fortaleza, p. 349 – 366, 2006.
COELHO, A. L. N. Análise do deslocamento da linha de costa e sua intensidade com base em produtos de sensoriamento remoto. *In*: Muehe D, Lins-de-Barros FM, Pinheiro LS (orgs.) **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, p. 56-73, 2020.
COUTINHO, P N. Levantamento do Estado da Arte da Pesquisa dos Recursos Vivos Marinhos do Brasil. *In*: Coutinho PN (Coordenador). **Oceanografia Geológica**, Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente, (Programa REVIZEE), ed. Brasília, 75 p, 2000.
COUTINHO, R.; YAGINUMA, L. E.; SIVIERO, F.; SANTOS, J. C. Q. P.; LOPEZ, M. S.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; BERCHEZ, F.; GHILARDI-LOPES, N. P.; FERREIRA,

C. E. L.; GONÇALVES, J. E. A.; MASI, B. P.; CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H.; SKINNER, L. F.; ZALMON, I. R. Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges. **Brazilian Journal of Oceanography** [online], 64 (2 sp): 27 – 36, 2016.

CUNHA, A. M.; CASTRO, J. W. A.; PEREIRA, F. M. B.; CARVALHO, M. A.; SUGUIO, K. Variações do nível relativo do mar durante o Holoceno na Bacia do Rio Una, Cabo Frio – Rio de Janeiro: aspectos sedimentológicos, faciológicos e geocronológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), 18 (1):143 – 154, 2017.

DEBELMAS, J.; MASCLE, G. **As grandes estruturas geológicas**. Fundação Calouste Gulbenkian, Espaço 2 gráfico, Lisboa, 389 p, 2002.

FRANCHINI, M.; VIOLA, E.; BARROS – PLATIAU, A. F. B. The challenges of the Anthropocene: From international environmental politics to global governance. **Revista Ambiente e Sociedade**, XX (3): 177 – 202, 2017.

GODOY, M. D. P.; LACERDA, L. D. Mangroves Response to Climate Change: A Review of Recent Findings on Mangrove Extension and Distribution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** [online], 87 (2): 651 – 667, 2015.

GUIMARÃES, J. T. F.; COHEN, M. C. L.; FRANÇA, M. C.; LARA, R. J.; BEHLING, H. Model of Wetland Development of the Amapá Coast during the Late Holocene. **Anais Da Academia Brasileira De Ciências**, 82 (2): 451 – 465, 2010.

LINS OLIVEIRA, J. E.; GARCIA, J. R. J.; ROQUE, P. C. G.; VIANA, D. L. Ciências do mar: origens, conceitos e fundamentos. *In*: Viana DL, Lins Oliveira JE, Hazin FHV, Souza MAC (orgs.); **Ciências do mar**: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil. 1ª edição, Olinda (PE), Design publicações, 1, 22 – 51, 2021.

MABESOONE, J. M. **Sedimentologia**. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife (PE), 473 p, 1963.

MALLMANN, D.; PEREIRA, P.; SANTOS, F.; FAÇANHA, P. Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas. **Pesquisas em Geociências**, 41 (2): 169 – 189, 2014.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. As flutuações de nível do mar durante o Quaternário Superior e a evolução geológica de "deltas" brasileiros. **Boletim IG – USP,** 15, 186 p, 1993.

MEIRELES, A. J. A.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Revista Mercator**, 04 (08): 109 – 134, 2005.

MEIRELES, A. J. A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROZ, L. S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Revista Mercator**, 6 (12): 83 – 106, 2007.

MOLION, L. C. B. Gênese do El Niño. **Revista Brasileira de Climatologia**, 13, 21: 1 – 4, 2017.

MORAIS, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L. S.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R. S.; OLIVEIRA, S. H. M. Caracterização fisiográfica e geoambiental

da zona costeira do Estado do Ceará. In: Muehe D (Org.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. MMA (Ministério do Meio Ambiente), Rio de Janeiro, 1, 132 – 154, 2006.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. *In*: Guerra AJT, Cunha SB (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 2ª ed., Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 253 – 308, 1995.

MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. MUEHE, D. (Org.). Brasília: MMA, 476 p, 2006.

MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2 (1): 35 – 44, 2001.

NANCE, R. D.; MURPHY, J. B.; SANTOS, H. M. **The supercontinent cycle**: A retrospective essay. Gondwana Research, 25 (1): 4 – 29, 2014.

NASA (2021). Sea Level (Latest Measurement: May, 2021). **Global Climate Change, Vital Signs of The Planet** – NASA. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>. Acessado em: 17 de maio de 2021.

OLIVEIRA, M. J.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S.; BAPTISTA, G. M. M. Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. **Revista Terrae Didática**, 13 (3): 149 – 184, 2017.

PEIXINHO, F. C.; FEITOSA, F. A. C. Água é vida. *In*: Silva CR (Org.). **Geodiversidade do Brasil** – Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. CPRM, Rio de Janeiro, p. 58 – 63, 2008.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O.; MAIA, L. P. The Beaches of Ceará. *In*: Short AD, Klein AHF (Org.). **The Beaches of Brazil**. Springer, Amsterdam, 1: 175 – 199, 2016.

PINHEIRO, L. S.; XIMENES NETO, A. R.; MEDEIROS, D. H. M.; PESSOA, P. R. S.; MORAIS, J. O. A Plataforma Continental Semiárida do Brasil. *In*: Muehe D, Lins-De-Barros FM, Pinheiro LS (orgs.) **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, p. 129 – 151, 2020.

SATO, O. T.; POLITO, P. S. Influence of salinity on the interannual heat storage trends in the Atlantic estimated from altimeters and Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic data. **Journal of geophysical research**, 113: 1 – 11, 2008.

SILVA, C. G.; PATCHINEELAN, S. M.; BATISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. *In*: Batista Neto JA, Ponzi VRAE, Sichel SE (Org.). **Introdução à Geologia Marinha**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, p. 175 – 218, 2004.

SKINNER, B. J.; TUREKIAN, K. K. **O Homem e o Oceano**. Tradução e adaptação de Suguio, K. Editora Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 160 p, 1977.

SHORT, A. D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: A review. **Revista Chilena de História Natural**, 69: 589 – 604, 1996.

SMITH, A. J.; MORAIS, J. O. Estudos preliminares sobre a Geologia Ambiental costeira do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Arquivo Ciências do Mar** (LABOMAR), 23: 85 – 96, 1984.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo do Geossistema**. Métodos em questão, Instituto de Geografia

(USP), 16: 1 – 52, 1978.
SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia sedimentar e áreas afins**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1222 p, 1998.
SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. Oficina de Textos, São Paulo, 408 p, 2010.
SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, 15: 273 – 286, 1985.
TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2ª edição, Companhia Editora Nacional, São Paulo (SP), 624 p, 2009.
TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Revista Mercator**, 05 (10): 79 – 89, 2006.
WANG, P.; DAVIS JR, R. A. Profundidade de fechamento e perfil de equilíbrio de praia um estudo de caso em Sand Key, Florida. **Revista Mercator**, 06 (12): 51 – 68, 2007.
WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. **Marine Geology**, 56: 93 – 118, 1984.
WRIGHT, L. D.; THOM, B. G. Coastal depositional landforms: A morphodynamic approach. **Progress in Physical Geography**, 1: 412 – 459, 1977.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4018

GEODIVERSIDADE COMO CONDICIONANTE DE BIODIVERSIDADE E RIQUEZA FLORÍSTICA, NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS, MATO GROSSO: O CASO DA CIDADE DE PEDRA, EM RONDONÓPOLIS, ADOTANDO COMO INDICADORES BROMÉLIAS DO GÊNERO *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT.F.

GEODIVERSITY AS A CONDITION OF BIODIVERSITY AND FLORISTIC RICHNESS, IN "PLANALTO DOS ALCANTILADOS", STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL - THE CASE OF CIDADE DE PEDRA, IN RONDONÓPOLIS, ADOPTING AS INDICATORS BROMELIADS OF THE GENUS *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT. F.

LA GEODIVERSIDAD COMO CONDICIÓN DE LA BIODIVERSIDADE Y RIQUEZA FLORÍSTICA EM PLANALTO DOS ALCANTILADOS, MATO GROSSO - EL CASO DE "CIDADE DE PEDRA", EM RONDONÓPOLIS, ADOPTANDO COMO INDICADORES BROMÉLIAS DEL GÉNERO *DYCKIA* SCHULT. & SCHULT.F.

Orlando Ricardo Graeff[1]

RESUMO: Neste artigo, tratamos os principais aspectos relacionados à geodiversidade do Planalto dos Alcantilados, importante unidade geomorfológica do Sul do estado do Mato Grosso, Brasil, relacionando-os ao elevado nível de biodiversidade ali detectado. Usando como estudo de caso o Parque da Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, em Rondonópolis, assim como principal elemento indicador botânico o conjunto de plantas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae), traçamos ligação entre a notável variação de formas do relevo da região e os índices de diversificação genética de plantas xéricas, assim como sua irradiação migratória, ao longo do Quaternário, no Centro-Oeste do Brasil.

Palavras-chave: Geodiversidade. Biodiversidade. Geomorfologia. Dyckia. Bromeliaceae. Fitogeografia.

1 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). ORCID: E-mail: https://orcid.org/0000-0002-6020-4510. E-mail: orgraeff@gmail.com.

Agradecimentos: Ao Dr. Gustavo Martinelli, por sua cuidadosa revisão do artigo, emprestando seu conhecimento a respeito da Flora Brasileira, especialmente da família botânica Bromeliaceae, assim como da Conservação da Biodiversidade. Ao grande amigo J. Rogério Salles, Ex-Governador do Mato Grosso, que sempre nos apoiou em nossas empreitadas investigativas da natureza da região. Ao Engenheiro Agrimensor Carlos R. Michelini, que tanto nos auxilia na tarefa de conhecer melhor o estado do Mato Grosso. Ao Engenheiro Florestal Lucas Alencar, que desenvolveu mapas explicativos e coletou magníficas imagens de drone das áreas estudadas. Ao gestor da RPPN João Basso e representante da Agropecuária Basso, proprietária da Reserva, Tages Martinelli, que abriu as portas às expedições à Cidade de Pedra e apoiou as atividades empreendidas no campo.

Artigo recebido em fevereiro de 2022 e aceito para publicação em setembro de 2022.

ABSTRACT: The article treats the main aspects concerning the geodiversity of the region known as Planalto dos Alcantilados, in the Southern part of the State of Mato Grosso, Brazil and relates its complex landscape to the remarkable index of biodiversity detected there. Focusing on the particular case of the RPPN João Basso, a private protected area, and its magnificent collection of ruiniform arenites; besides adopting some bromeliads belonging to the genus *Dyckia* Schult. & Schult. f., we discuss the role played by geodiversity in the radiation and speciation of plants along the dry corridor of Midwest Brazil.

Keywords: Geodiversity. Biodiversity. Geomorphology. Dyckia. Bromeliaceae. Phytogeography.

RESUMEN: En este artículo tratamos los principales aspectos relacionados con la geodiversidad del Planalto dos Alcantilados, una importante unidad geomorfológica en el sur del estado de Mato Grosso, Brasil, relacionándolos con el alto nivel de biodiversidad allí detectado. Utilizando como forma de estudio, el Parque da Cidade de Pedra, en la RPPN João Basso, en Rondonópolis, así como el principal elemento indicador botánico, el conjunto de plantas del género *Dyckia* Schult. & Schult. F. (Bromeliaceae), trazamos la conexión entre la notable variación de las formas del relieve en la región y los índices de diversificación genética de las plantas xéricas, así como su irradiación migratoria, a lo largo del Cuaternario, en el Centro-Oeste de Brasil.

Palabras clave: Geodiversidad. Biodiversidad. Geomorfología. Dickia. Bromeliáceas. Fitogeografia.

INTRODUÇÃO

Com base no subsídio proporcionado por longa vivência e investigação do ambiente, no estado do Mato Grosso, especialmente com boa parte do compartimento Ocidental da Plataforma Brasileira e sua fitogeografia, resolvemos prestar nossa contribuição, também quanto ao estudo de sua rica geografia física, estabelecendo relação com a diversidade biológica que a acompanha. No presente artigo, apoiamo-nos no conhecimento da geografia física deste setor do relevo nacional, ao qual se associa magna geodiversidade (AB'SÁBER, 1998, 2006; ROSS, 2006, 2016).

Sant'Anna *et al*. (1989), subdividiram geograficamente a região, com base na sua geomorfologia, sendo aquele que mais despertou nossa atenção, para este trabalho, o assim denominado Planalto dos Alcantilados, situado na extremidade Norte/Noroeste da Bacia Geológica do Paraná. O Planalto dos Alcantilados representa vasta superfície de aplainamento, unindo duas das mais importantes bacias hidrográficas do Sul do Mato Grosso: a Bacia do Pantanal (Paraguai/Prata), a Oeste, e a Bacia do Araguaia/Tocantins, a Leste. Essa imensa depressão, segundo Ab'Sáber (2006), resultaria de atividade Neotectônica, que teria produzido notável subsidência nessas duas extremidades, entre

o final do Terciário e o Pleistoceno, desencadeando intensa erosão remontante sobre os planaltos relacionados a este segmento Norte/Noroeste da Bacia do Paraná, principalmente, neste caso, sobre os sedimentos da Formação Aquidauana.

Um intenso e complexo processo competitivo entre esses dois sistemas hidrográficos teria originado progressivo avanço erosivo sobre o Planalto dos Alcantilados, tendo essas duas frentes de erosão remontante como fonte: a Oeste, o rio São Lourenço e seus afluentes, drenando para a Depressão Pantaneira, e a Leste a bacia do rio das Garças, tributário formador do Araguaia (ABREU FILHO, 2016). Todo o ciclópico arrasto erosivo, que originou esse vasto conjunto de paisagens de incontáveis morros-testemunho tabuliformes e ruiniformes, de múltipla escala, compreendido entre as frentes de cuestas do Planalto do Rio das Mortes (Parecis), a Norte, e a Serra da Petrovina e região de Alto Garças, ao Sul, esculpido predominantemente nos sedimentos da Formação Aquidauana, teria ocorrido entre o final do Terciário e o Quaternário, concentrando-se efetivamente neste último período (WESKA, 1996; AB'SÁBER, 2006).

Os arenitos ruiniformes da célebre Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, em Rondonópolis, por sua vez, situados à margem esquerda do rio Vermelho, pouco acima de sua junção com o rio São Lourenço, fazem parte deste conjunto de paisagens, em sua porção mais basal, onde confinam os Biomas Cerrado e Pantanal. Esculpidos na Formação Furnas, de idade Siluriana (muito antiga, por conseguinte), os arenitos da Cidade de Pedra são resultado singular da convergência dos fluxos erosivos remontantes, que arrasaram vasto território, ocupando eles uma de suas cotas mais baixas, na antessala do Pantanal Mato-grossense. Exibem uma infinidade de feições, em variada escala, cujas formas se tornaram conhecidas como destino geoturístico do Sul do Mato Grosso.

Tivemos várias chances de visitá-los, tendo sido organizadas expedições ao local em 2004, 2007 e finalmente em 2021, quando realizamos visita mais detalhada, contando com a presença dos naturalistas Gustavo Martinelli (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) e Mara Abdo (Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT), assim como de Maurício Verboonen, além deste próprio autor, os dois últimos relacionados à comunidade para-acadêmica. Nesta última oportunidade, foi possível adiantar mais alguns passos, no reconhecimento da forte ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade do Planalto dos Alcantilados, tendo como estudo de caso a Cidade de Pedra, sua geomorfologia e sua flora.

O PLANALTO DOS ALCANTILADOS, NO CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

Ainda que a escala de tempo relacionada ao tema apresentado neste trabalho resida fundamentalmente num período compreendido entre o final do Terciário e o Quaternário, remetendo-nos mais diretamente à Geomorfologia, é importante situar o Planalto dos Alcantilados, recorte de paisagem de que tratamos, no contexto de suas origens geológicas. Citando Almeida (1949), Sant'Anna et al. (1989) caracterizaram o Planalto dos Alcantilados como se tratando de vasta área, abrangendo os estados de Mato Grosso

e Goiás, constituída de arenitos da Formação Aquidauana, bastante erodida, elaborada em rochas avermelhadas, com mergulho para E/SE no Mato Grosso, apresentando rede hidrográfica densa e pouco evoluída. Segundo esses autores, seus limites mato-grossenses se dariam, ao Norte, no Planalto do Rio das Mortes (Parecis); a Oeste, na linha de cuestas Devoniana do Arenito Furnas; avançando para fora do estado, a Leste e Sul.

Para efeitos de nosso presente tema, podemos caracterizar geograficamente, grosso modo, o Planalto dos Alcantilados como abrangendo a maior parte das bacias do rio São Lourenço, na vertente Ocidental, voltada à Bacia do Pantanal/Prata; e do rio das Garças, na vertente Oriental, drenando para o Araguaia. Esse grande compartimento do Mato Grosso possui marcas notáveis de passado geológico muito antigo, com forte relação com a Orogênese Brasiliana, entre 550-500 Mi.a., quando teria ocorrido a convergência de três blocos continentais: Cráton Amazônico, Cráton São Francisco e Cráton Paranapanema (ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016).

Essa convergência Cambriana teria se dado por ocasião da formação do Continente Gondwana, que congregou imensa massa continental, produzindo então efeitos de continentalismo extremo, até sua fragmentação, iniciada por volta dos 180 Mi.a., no Jurássico, que deu origem aos continentes da América do Sul e África (TASSINARI, 2008). A região em tela possui indícios importantes desse período geológico movimentado, entre eles a presença de notável corpo intrusivo, que é o Granito São Vicente, com cerca de 500Mi.a., que aflora ao N/NW do Planalto dos Alcantilados, na região de Dom Aquino.

Em face dessa natureza extensamente continental, que teria imperado pela duração de Gondwana, teriam ocorrido diversas fases de sedimentação, sendo que a coluna estratigráfica do recorte Planalto dos Alcantilados evidencia sequência bem definida. Cabe notar que as rochas do Grupo Cuiabá, provavelmente formadas sob ambiente marinho, antecedem a Orogênese Brasiliana, possuindo idade anterior ao Cambriano e dominando de forma subjacente o restante da coluna (SANT'ANNA et al., 1989; WESKA, 1996; ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Sobre ela, no recorte estudado, sucedem as rochas da Formação Furnas, de idade Siluriana e os sedimentos da Formação Ponta Grossa, de idade Devoniana, muito extensos na base do Planalto dos Alcantilados. As rochas da Formação Permo-Carbonífera Aquidauana surgem no topo da sequência regional, já avançadamente esculpidas pela erosão, que originou a topografia dominante, na paisagem deste setor, com seus relevos tabuliformes e escarpados, em admiráveis frentes de cuestas.

Praticamente todo o Planalto dos Alcantilados tem sua geologia relacionada à Bacia do Paraná, em seu limite Norte. Também é importante ressaltar aspecto paisagístico notável, do ponto de vista do contraste entre o cenário de vales e morros tabuliformes da região tratada e os ombros de sua vasta depressão, sobre os quais imperam planaltos quase rigorosamente planos, hoje predominantemente convertidos em sistemas de produção agropecuária de alta tecnificação. Esses chapadões, alguns dos quais dramaticamente debruçados sobre cuestas íngremes, são predominantemente recobertos pelos sedimentos Cenozóicos da Formação Cachoeirinha, na qual se encontram alguns dos solos mais aptos para a agricultura, contando com profundos perfis latossólicos, muito bem estruturados

e drenados. Essa aptidão agrícola motivou notável progresso agropecuário, nos últimos quarenta anos, produzindo paisagem típica, que incrementa ainda mais o contraste cênico com os vales e mesas do Planalto dos Alcantilados.

Mercê da deriva dos continentes, com separação entre América do Sul e África, iniciada no Jurássico, provocando em oposição a colisão entre as Placas Sul-Americana e de Nazca, no Pacífico, e o consequente soerguimento dos Andes, inaugurou-se marco histórico geológico, na formação das paisagens observadas a Leste da Cordilheira e no Brasil (TASSINARI, 2008; GRAEFF, 2015). Os Andes teriam iniciado sua ascensão, por volta dos 135Mi.a. antes do presente, momento em que o Planeta assistia ao surgimento das Angiospermas, que são os vegetais superiores. Entre esse período do Cretáceo e o Mioceno (24Mi.a.), a crosta deu sinais de relativa moratória tectônica, adentrando tendência epirogênica, a partir da qual a plataforma começou a se erguer, gradualmente, em oposição às cataclísmicas orogêneses Pré-Cretáceas (GUERRA; GUERRA, 1997).

Nesse período do Cenozóico, o encontro entre essa relativa calmaria tectônica e o aumento da importância da erosão, concomitantes à acelerada evolução das Angiospermas, parece ter inaugurado novo marco, na complexidade das paisagens do Brasil Central (GRAEFF, 2015). O Planalto dos Alcantilados, ainda consideravelmente recoberto por rochas da referida Formação Aquidauana, mas já sendo influenciado pela epirogênese Pós-Cretácea, assistiria ainda a novas revoluções ígneas, como o vulcanismo, que originou feições geomorfológicas singulares, em seu setor NW, caso da Província Ígnea de Poxoréo, com cerca de 85Mi.a. (WESKA, 1996). Essas intercorrências produziram diversidade paisagística invulgar, ao longo do Sul do Mato Grosso, especialmente no corredor do Planalto dos Alcantilados.

Contudo, terá sido mesmo a subsidência neotectônica do final do Terciário, adentrando o Quaternário, o mais notável e decisivo marco histórico geológico, a condicionar o quadro paisagístico atual do Planalto dos Alcantilados, quando teria ocorrido o surgimento das duas principais depressões regionais: a Planície Pantaneira e a Depressão do Araguaia (AB'SÁBER, 1996, 2006; ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Com a imposição de dois novos e importantes níveis de base para a região, em oposição ao corredor dos Alcantilados, impôs-se acelerado avanço erosivo, correspondendo às frentes já mencionadas do rio São Lourenço, a Oeste, e do rio das Garças, a Leste.

Devido ao colossal rebaixamento da Depressão Pantaneira, surgiram degraus em sua borda Leste, no sopé do Planalto Brasileiro, correspondendo ao afloramento de frentes de cuestas, com platôs escalonados, originados pela erosão diferencial das rochas das diversas Formações sedimentares, sendo que aquelas mais antigas e profundas da coluna, como as do Grupo Cuiabá, surgem mais próximas ao Pantanal, numa posição altimétrica menos elevada. Já os principais desníveis monumentais, com elevadas frentes de cuestas, surgem mais próximos à quebra do Planalto, como as Formações Furnas e Ponta Grossa. As formações ruiniformes da Cidade de Pedra, na RPPN João Basso, foram esculpidas sobre os arenitos da Formação Furnas, próximo ao canal do rio Vermelho, que é o eixo axial da superfície de aplainamento da região de Rondonópolis.

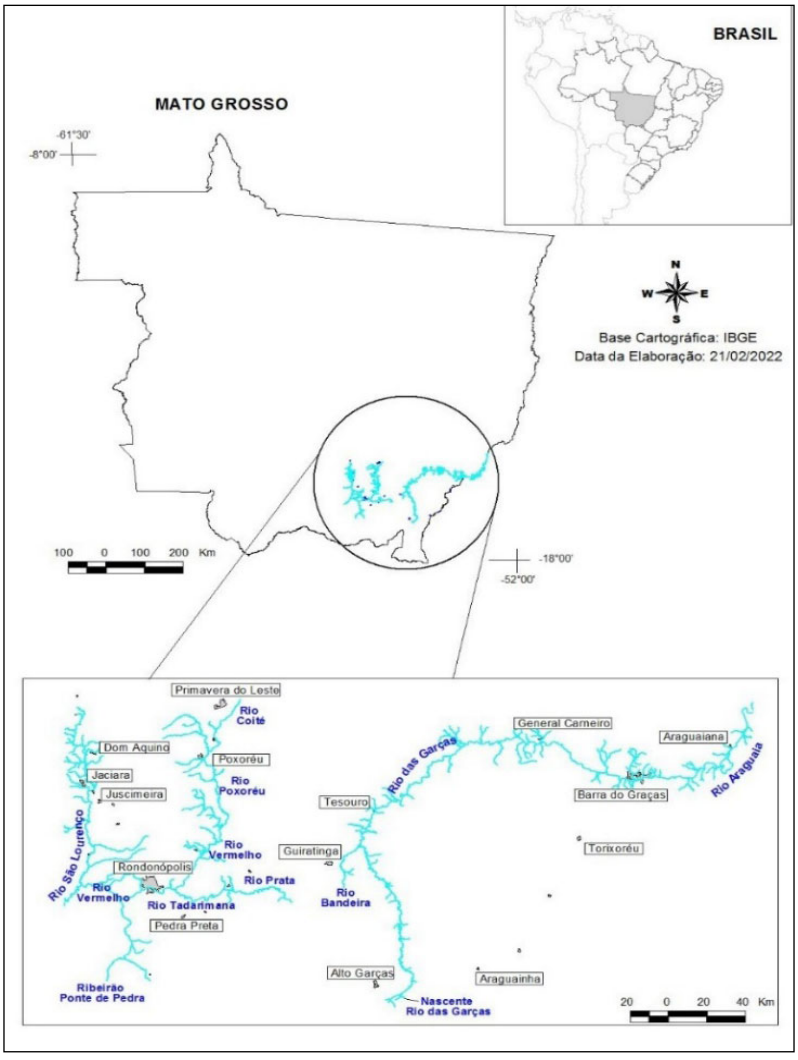


Figura 1. Zona de abrangência do Planalto dos Alcantilados coincidindo com as bacias dos rios São Lourenço e Garças, no Sul do Mato Grosso.

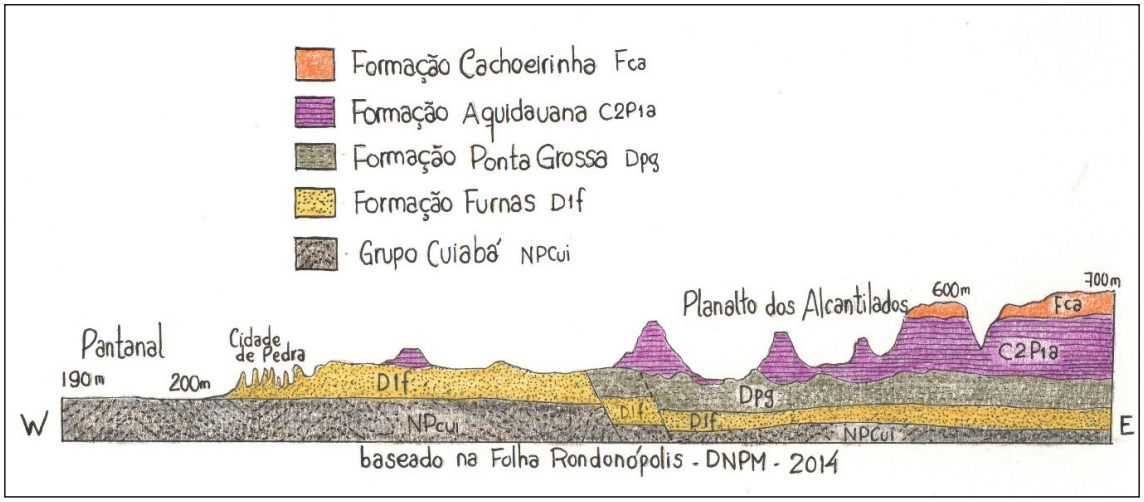


Figura 2. Perfil esquemático da coluna estratigráfica do Planalto dos Alcantilados, na Região de Rondonópolis.



Fonte: Eng. Flor. Lucas Alencar.

Figura 3. Vista aérea de um trecho do Planalto dos Alcantilados, na Região de Rondonópolis, observando-se cadeia de morros-testemunho tabuliformes, esculpidos sobre rochas da Formação Aquidauana. As cimeiras planas correspondem ao nível de antigo planalto Terciário.

Monumentais frentes de erosão, à forma de pediplanos coalescentes e leques aluviais, se avizinham ao Planalto dos Alcantilados, em escala continental, entalhadas pelo mesmo processo que originou essa gigantesca superfície de aplainamento Terciário-Quaternária. Exemplos conhecidos são o Pediplano Cuiabano, a Noroeste, e o Megaleque Aluvial do Taquari, a Sul, este último o maior leque aluvial do Planeta, cujos sedimentos já empurraram o rio Paraguai por centenas de quilômetros a Oeste, na direção da Bolívia (TASSINARI, 2008; GRAEFF, 2015). No caso do Planalto dos Alcantilados, representando este magno corredor de paisagens complexas, com a contínua exposição de terrenos rochosos e unindo províncias fitogeográficas tão distintas, sua importância paisagística se destaca, suscitando interesse botânico especial, o que motivou nossa atenção e destaque, no presente trabalho.

IMPORTÂNCIA DO PLANALTO DOS ALCANTILADOS NA FITOGEOGRAFIA DO BRASIL

O papel desempenhado pelo corredor ecológico do Planalto dos Alcantilados na história natural da flora seguramente suplanta sua importância paisagística, embora esse aspecto represente inquestionável alicerce para a própria biodiversidade ali presente. A geodiversidade é condicionante de biodiversidade e temos observado toda

sorte de indícios dos efeitos indutores de diversidade florística e vegetacional, a partir da complexidade funcional propiciada pelo ambiente físico dessa região (GRAEFF, 2015). Essa complexidade funcional está relacionada à variedade de suportes edáficos e mesoclimáticos, descendo até a escala microclimática. Contudo, paralelamente à própria geodiversidade, o caráter de ligação do corredor do Planalto dos Alcantilados, unindo regiões biogeográficas tão distintas, mostra ter exercido influência importante na circulação genética entre o Cerrado Goiano (Brasil Central), de um lado, e o Pantanal Mato-grossense de outro. A Ciência tem reconhecido essa região, como parte da denominada Diagonal Seca da América do Sul. Cabe lembrar o reconhecido papel do Pantanal como zona de convergência fitogeográfica entre Amazônia, a Norte, Chaco e Floresta Estacional da Chiquitânia, a Oeste, no lado Boliviano, e os próprios compartimentos do Cerrado, com savanas e florestas estacionais do Mato Grosso do Sul e Paraná, para Sul/Sudeste.

Adotando alguns exemplos florísticos, adiante, mostramos como a movimentada história geomorfológica do Planalto dos Alcantilados, deslumbrantemente exposta no caso dos arenitos ruiniformes da Cidade de Pedra de Rondonópolis, nosso estudo de caso, tem sido caracterizada pela forte indução à variação genética e evolução de alguns táxons, contraposta a uma impiedosa taxa de extinção, num processo evolutivo único. As mesas tabuliformes, morros-testemunho, afloramentos rochosos e intrusões, assim como suas escarpas e fragmentos relictuais, vêm diminuindo de tamanho e se arredondando, paulatinamente, ao longo dos últimos dois milhões de anos, entre o final do Terciário e o Quaternário. Em face da relativa calmaria tectônica vigente, tudo isso se promete transformar numa vasta peneplanície desgastada e aplainada. Ou seja, a tendência natural, em escala de tempo geológico, será um rigoroso processo de seleção natural, no qual diversas espécies se perderão, ficando aquelas mais aptas gradualmente abrigadas em refúgios, onde estarão resguardados os melhores patrimônios genéticos, evoluídos por milhares, milhões de anos. Por ora, o que assistimos, no Planalto dos Alcantilados, é um laboratório natural de diversificação, exposto na paisagem complexa e instigante de seus vales e rochedos esculturais.

Se analisarmos a história geológico-geomorfológica do Sul do Mato Grosso, da forma como viemos de fazer, há pouco, mesmo que de modo tão resumido, concluiremos que praticamente toda a paisagem era de natureza planáltica, em passado Terciário Superior. Justapondo-lhe camada vegetacional compatível com tal condição, concluiremos pela dominação praticamente absoluta por vegetação de floresta mesófila esclerofila, que corresponderia então ao que reconhecemos como cerradão. A se julgar, ainda, o caráter do substrato, de modo geral, poderemos intuir a variação das fisionomias de então dentro do espectro do cerrado *lato sensu*. Não seria errado interpretar, em passado Terciário Superior e Quaternário Inferior, imensa superfície de solos latossólicos profundos, bem drenados, em sua maioria, desenvolvidos sobre manto típico de rochas da Formação Cachoeirinha, a mesma que ocorre até hoje, por sobre as superfícies de cimeira dos chapadões do Centro-Oeste. As variações vegetacionais mais frequentes seriam correlatas ao mapa que hoje observamos no cerrado *lato sensu*, variando entre savanas abertas (parque de cerrado) e a floresta mesófila esclerofila (cerradão). Florestas estacionais semideciduais e deciduais

deveriam estar refugiadas em manchas de solos derivados do basalto Serra Geral, ou manchas de solos mais favorecidos pela umidade e presença de depósitos coluviais.

Para Oeste deste magno platô, dominariam as florestas estacionais da Chiquitânia, na Bolívia, tendo o Chaco Boliviano e a floresta estacional do Núcleo Paranaense ao Sul (SPICHIGER et al., 2006). No flanco Oriental, acompanhando os solos derivados dos basaltos da Serra Geral, prosperaria a floresta estacional do chamado Mato Grosso de Goiás, que trazia fortes influência dos estoques florísticos do Planalto Atlântico e do Nordeste. A Floresta Amazônica, evoluída ao longo do Terciário e carregando ela estoques florísticos próprios, de magna diversidade funcional, circundaria os limites Setentrionais desse paleocerrado, como sempre tem sido, desde então.

Assim, o soberbo entalhamento erosivo do Sul do Mato Grosso, exercido a partir das duas frentes remontantes, vindas de polos opostos, durante o final do Terciário e Quaternário, parece ter sido a válvula misturadora dessas influências florísticas tão diversas. Vindos de Goiás, através da calha do rio das Garças, chegariam elementos advindos do Planalto Central, passando a ocupar os recortes de solos próprios, assim como refúgios edáficos que surgiam. Processo similar ocorreria no sentido oposto, carregando para Leste elementos que não poderiam antes transpor a barreira ambiental do protocerrado terciário. Evidência da temporalidade tardia desse processo migratório, situando-o entre o final do Terciário e o Pleistoceno, pode ser encontrada nos estudos de Pennington, Lewis & Ratter (2006), que desmontaram a suposição de que os elementos relacionados às floras áridas e estacionais do Chaco e as do Nordeste do Brasil teriam continuamente circulado, de um polo a outro, através de um corredor estabelecido desde o Mesozóico, por cima do Planalto Brasileiro (Diagonal Seca). Seus estudos revelaram que tal rota migratória somente poderia ter operado preteritamente, durante período remoto do Terciário, provavelmente no Paleógeno, para não voltar a ocorrer senão em tempo evolutivamente recente, situado muito provavelmente no Quaternário (GRAEFF, 2015).

Com isso, a presença de elementos arbóreos, relacionáveis ao Mato Grosso de Goiás, nas hoje quase extintas florestas de Rondonópolis e Pedra Preta, que vegetam sobre solos eutróficos, misturando-se a táxons paranaenses e amazônicos, estaria ligada ao corredor Quaternário do Planalto dos Alcantilados. O mesmo poderia ser interpretado quanto à ocorrência de cactáceas do gênero *Discocactus*, ou de bromeliáceas dos gêneros *Aechmea* e *Bromelia*, encontradiços nas chapadas goianas e também continuamente dispersadas ao longo do corredor dos Alcantilados, abarcando as serranias vinculadas às escarpas de cuestas, na direção de Cuiabá, de um lado, e das chapadas cristalinas que cercam o Vale do Araguaia, de outro. Até mesmo os cactos colunares *Cereus bicolor*, de dispersão Chaquenha, atravessam o Planalto dos Alcantilados e ocorrem na Serra do Roncador, no Vale do Araguaia, o que não acontece com *Arthrocereus spinosissimus*, que permanece na vertente Ocidental do corredor. Todo esse mapa migratório, que também congrega bromeliáceas do gênero *Dyckia*, como veremos adiante, parece remeter a processos Quaternários, muito recentes, por conseguinte, e ainda em pleno curso, que sugerem também estar impulsionando diversificação e adaptação, sendo isso inequivocamente relacionado à própria complexidade do substrato geológico-geomorfológico.

Os referidos estudos de Pennington, Lewis & Ratter (2006) haviam mostrado o que se verifica em face desses padrões de ocorrência: as floras dos dois polos semiáridos – Nordestino e Chaquenho – somente passaram a trocar seus elementos em tempo muito recente, o que justificaria, para os grupos acima listados, a existência como que de uma antessala de especiação, a cada lado do Planalto dos Alcantilados, mostrando que a rota migratória ora tratada tem funcionado como um afunilamento. Quando atravessada, ela sugere provocar diversificação e consequente especiação, por força de sua geodiversidade e complexidade paisagística. Kranz (2021, inf. Pessoal), que vem empreendendo, há dezenas de anos, verdadeira epopeia, seguindo as rotas migratórias das bromélias do gênero *Dyckia*, desde o Sul do país, até os portais da Amazônia, também refere a importância do Planalto dos Alcantilados, para a circulação genética de um grupo do gênero *Dyckia*, que possui centro de dispersão desde a Argentina ao Nordeste do Brasil. Segundo ele, a diversidade de supostas espécies, dentro do corredor, é quase insondável, ainda suscitando incessante trabalho, desde que iniciou suas expedições por ali, nos anos de 1990. Muitas delas já foram descritas, enquanto dezenas de outras ainda aguardam para serem resolvidas pela Taxonomia, somente neste setor do Sul do Mato Grosso.

Parece residir na escala de abordagem geomorfológica o verdadeiro enigma do impulsionamento evolutivo da diversidade biológica, no Planalto dos Alcantilados. Falamos da geodiversidade originada em escala local ou tópica, a partir de processos erosivos complexos, que dotaram a região com variados conjuntos de paisagens ditas ruiniformes, ou que imitam ruínas de velhas cidadelas perdidas. Podendo surgir com imensurável infinidade de formas e dimensões, os arenitos ruiniformes dos Alcantilados podem variar de pequenas mesetas ou colunas, com poucos metros de extensão, até espaçosas campinas tabulares, erguidas na paisagem, sobre profundos grotões. Não raramente, interpõem cascatas de admirável beleza, como ocorre na região de Guiratinga e Tesouro, na qual se encontra o divisor de águas entre as bacias do São Lourenço e do Garças, ambas em contínua busca de intercaptura de suas cabeceiras.

Nessas paisagens intermináveis, que exibem esplêndido quadro montanhoso, com interposição de vales verdejantes e extensos afloramentos rochosos, observa-se complexo gradiente de vegetações, relacionadas ao cerrado *lato sensu*, embora tenha prosperado, até passado recente, magnífico conjunto de florestas estacionais, sobre terras de cultura, hoje quase integralmente convertido em pastagens (GRAEFF, 2015, 2020). Interessa-nos, sobremaneira, o gradiente compreendido entre os cerrados rupestres e os afloramentos rochosos, que abrigam flora refugiada e migrante, objeto de nossa presente reflexão.



Figura 4. Paisagem típica do Planalto dos Alcantilados, na Região de Guiratinga, exibindo platôs escalonados e frentes de cuestas.

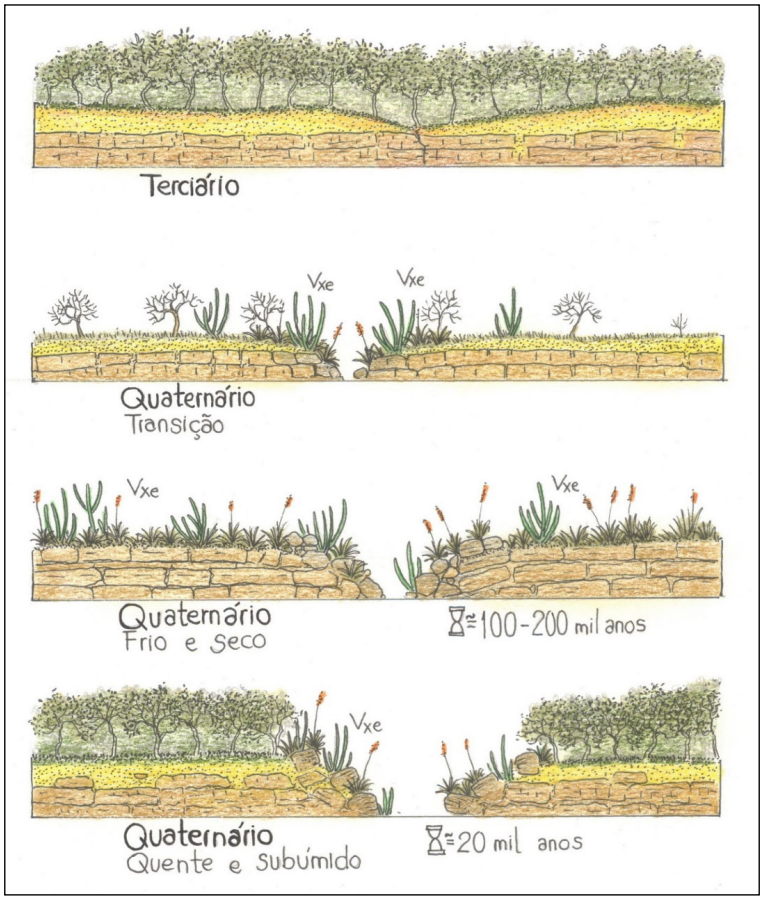


Figura 5. Diagrama da evolução da paisagem, no Planalto dos Alcantilados, com surgimento do corredor de afloramentos rochosos (Vxe = vegetação xérica).

EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS E O CASO DA CIDADE DE PEDRA

A história geológica do Sul do Mato Grosso, que viemos de relatar, ainda que de forma tão resumida e desproporcional à sua importância, foi responsável pela coluna estratigráfica muito característica, no recorte geográfico tratado, qual seja, o Planalto dos Alcantilados. Desde seu embasamento Pré-Cambriano, representado pelos sedimentos do Grupo Cuiabá, seguido pela Formação Furnas, de idade Siluriana e pela Formação Ponta Grossa, originada no Devoniano, a sequência muito antiga salta para o espesso pacote sedimentar mais recente, formado pelas rochas da Formação Aquidauana, do Terciário, e recobertas pelos sedimentos da Formação Cachoeirinha, do Terciário Superior.

As rochas da Formação Aquidauana são caracterizadas por diversos ciclos deposicionais, tendo sido sobre elas operado mais intensamente o ciclo de erosão diferencial que originou os vastos pediplanos, que marcam até os dias atuais a paisagem regional. Iniciado provavelmente ainda no Terciário, esse ciclo monumental avançou pelo Pleistoceno, quando teria sido palco de moratórias e reativações repetidas, ao sabor da contínua alternância climática, que marcou o Quaternário. Graeff (2015) chamou atenção para o notável efeito dessa alternância climática, muito especialmente durante os períodos de transição, quando a mudança rápida das condições morfoclimáticas permitiria exacerbação dos índices erosivos. Por força da dinâmica presumivelmente lenta e muito gradual dos cobertos vegetacionais reinantes, durante cada transição entre climas, os fluxos erosivos teriam chance de atingir de forma muito ampla os solos expostos ou parcamente vegetados, descendentes de cada fase.

Períodos glaciais frios e secos, caracterizados por vegetação de natureza presumivelmente campestre e rarefeita, com refúgios arborizados, nas quais imperaria a erosão torrencial, típica da aridez ou semiaridez; seriam sucedidos pela gradual retomada de calor e umidade, com ritmo estacional, quando a vegetação arbórea mais densa avançaria de modo coalescente, alterando radicalmente o fluxo erosivo; para se verem sucedidos, durante os períodos subúmidos plenos, por condições morfoclimáticas mais regulares. Nestas, reinaria o arredondamento ou mamelonização das formas da paisagem, assim como intensa pedogênese. Submetidas novamente a novos períodos glaciais, mercê de nova retração das florestas, recrudesceriam novamente as taxas erosivas, até se atingir o coração dos novos períodos frios, nos quais se sabe retornaria forte dissecação da paisagem e evolução dos relevos tabuliformes, com intensa movimentação de massas.

Dessa história geomorfológica do Quaternário, resultaria o vasto conjunto de relevos em variado grau de desgaste e profundamente deprimido na Formação Aquidauana, exibindo de entremeio majestosos restos testemunhais, à forma de morros tabulares, com escarpas íngremes e frentes de cuestas. Essas últimas podem ser vistas nos belos conjuntos contínuos da Serra da Petrovina, ou da Serra de São Vicente, paisagens que consolidaram o conceito dos Alcantilados, sugerido por Almeida (1954, in WESKA, 1996).

Faz parte dessa história, de modo muito mais determinante do que possa parecer, a tardia Formação Cachoeirinha, do Terciário Superior, que já encimou de forma bem mais

extensa o Planalto dos Alcantilados, embora se abrigue hoje, de modo mais evidente, nos ombros laterais da vasta depressão, capeando os chapadões planos. Palco de notáveis fases de laterização e pedogênese, durante esse mesmo período Quaternário e mesmo antes dele, os depósitos da Formação Cachoeirinha sugerem ter originado as primeiras linhas de ravinas, na cimeira de paleochapadões. Mercê de falhas existentes, ou de suas diferentes durezas, com permeabilidade diversificada, os condicionantes edáficos ali existentes teriam orientado o traçado de novas linhas e redes de drenagem, surgidas a partir das frentes remontantes, impostas pela mudança dos níveis de base a Oeste, no Pantanal, e a Leste, no Araguaia (AB'SÁBER, 1996; BACCARO, 2005).

Certamente, a complexidade reinante sobre essas superfícies de cimeira, que outrora revestiam as rochas da Formação Aquidauana, com seus espessos lateritos e variados pacotes de solos, possuindo sua própria rede de drenagem, legou traçado igualmente complexo aos novos corpos d'água, surgidos na vigência de cada reativação da hidrografia. As atuais superfícies de cimeira, preservadas na paisagem atual do Planalto dos Alcantilados, corresponderiam às paleocabeceiras de drenagem, ou aos sítios mais resistentes à erosão, como atestam alguns dos lateritos até hoje suspensos na paisagem.

O caso específico da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, por sua vez, sugere estar ligado ao efeito de afunilamento ou convergência de fluxos erosivos de magna monta, operando sobre rochas de elevado teor de grãos de quartzo e sílica amorfa, da ordem de 90,9% e 4,8% respectivamente, relacionados às rochas da Formação Furnas (ABREU-FILHO; ALBUQUERQUE, 2016). Essas rochas se mostram muito suscetíveis à erosão, seja ela hídrica, seja eólica, que aquelas das demais Formações sobrejacentes, mais duras e coesas. Deste modo, o império dos grandes morros tabuliformes e frentes de cuestas, observados em posição altimétrica mais elevada, na Formação Aquidauana, se viu localmente substituído por paisagem tópica imensamente complexa, como a seguir descrito, tendo como nível de base local a calha do rio Vermelho, formador do São Lourenço, assim como o rio Ponte de Pedra, que desagua no primeiro, pouco acima da Cidade de Pedra.

O cenário observado nos arenitos da Cidade de Pedra é de uma diversidade raramente vista, em qualquer outra parte. Se já impressiona o visitante, em seus primeiros olhares, com sucessão de incontáveis colunas, pilares e cones, com formas as mais curiosas, todas elas elevadas a dezenas de metros e suscitando interpretações fantasiosas de ruínas e monumentos, surpreendem ainda mais quando analisadas em escala de detalhe. Atentando para os imensos pilares justapostos, é possível de imediato notar-lhes concordância sedimentológica, pela rigorosa coincidência de camadas expostas à erosão diferencial dos séculos. Paralelamente, vislumbram-se inúmeros conjuntos de microformas a recobrir cada um dos grandes monumentos, todas elas imitando em miniatura o que vemos nas formações maiores da paisagem, como inequívoco resultado de erosão hídrica e eólica.

Observando em detalhes essas cumeadas, é possível notar o reinício de novas linhas erosivas, aparentemente deflagradas por diaclase de delgadas camadas de sedimento, que sugerem história deposicional cíclica. Expostas que estão, há milênios, à amplitude térmica reinante, no centro do Continente, essas superfícies desnudas de arenitos porosos

invariavelmente se fragmentam e, nessas pequenas rachaduras, se iniciam os primeiros fluxos, funcionando como microrravinas. Operam então, nessas microfeições erosivas, os mesmos idênticos processos que resultarão, um dia, nas paisagens de maior amplitude. Acumulam-se, assim, a cada topo de formação ruiniforme da Cidade de Pedra, incríveis coleções de microfeições, ora congregando grupos de taças esculturais, ora expondo couraças em casco de tartaruga, ou diminutas redes de ravinas rochosas, com sucessões de quedas d'água, marmitas e dutos. Nesse verdadeiro museu geomorfológico a céu aberto, é fácil contemplar, em escala miniaturizada, todos os processos escultores de relevos, observáveis em nível de paisagem.

Mesmo a despeito dos inequívocos impactos de visitação desordenada, ocorrida há muitos anos na Cidade de Pedra, ainda é muito fácil observar microformas erosivas vestigiais, algumas tão delgadas quanto lâminas de papelão, deixadas para trás pela erosão hídrica e eólica reinante por milênios. De tão frágeis, desmontam-se ao mais leve toque ou esbarrão, o que seguramente contribui para sua degradação, junto às trilhas e recantos contemplativos. Por sorte, os atuais gestores da RPPN João Basso suspenderam a visitação coletiva do Parque e somente permitem o ingresso de pesquisadores, acompanhados de guias treinados, até que se organizem novos programas de visitação, que consigam proteger o precioso patrimônio geoturístico, permitindo fruição preservacionista.

Muito notável é a interface entre a rede de geoformas monumentais da Cidade de Pedra e os terrenos elevados a seu redor, à montante dos imensos pináculos. Ainda que não tenha sido possível investigar em maior detalhe essa linha de ruptura topográfica, durante nossas expedições, ela sugere se dar entre pacote semidecomposto de rochas sobrejacente, e aquelas que já viemos de descrever, muito provavelmente camadas mais intemperizadas do arenito da mesma Formação Furnas subjacente. Essa borda escalonada, coberta por entremeio de cerrado rupestre e floresta estacional decidual, congrega notável quantidade de blocos, que vão gradualmente se desprendendo e mergulhando por sobre o complexo erosivo da Cidade de Pedra. É comum que alguns desses matacões permaneçam sobre prateleiras planas, à beira dos penhascos, muitos deles em abatimento, após se verem invertidos de sua posição original.

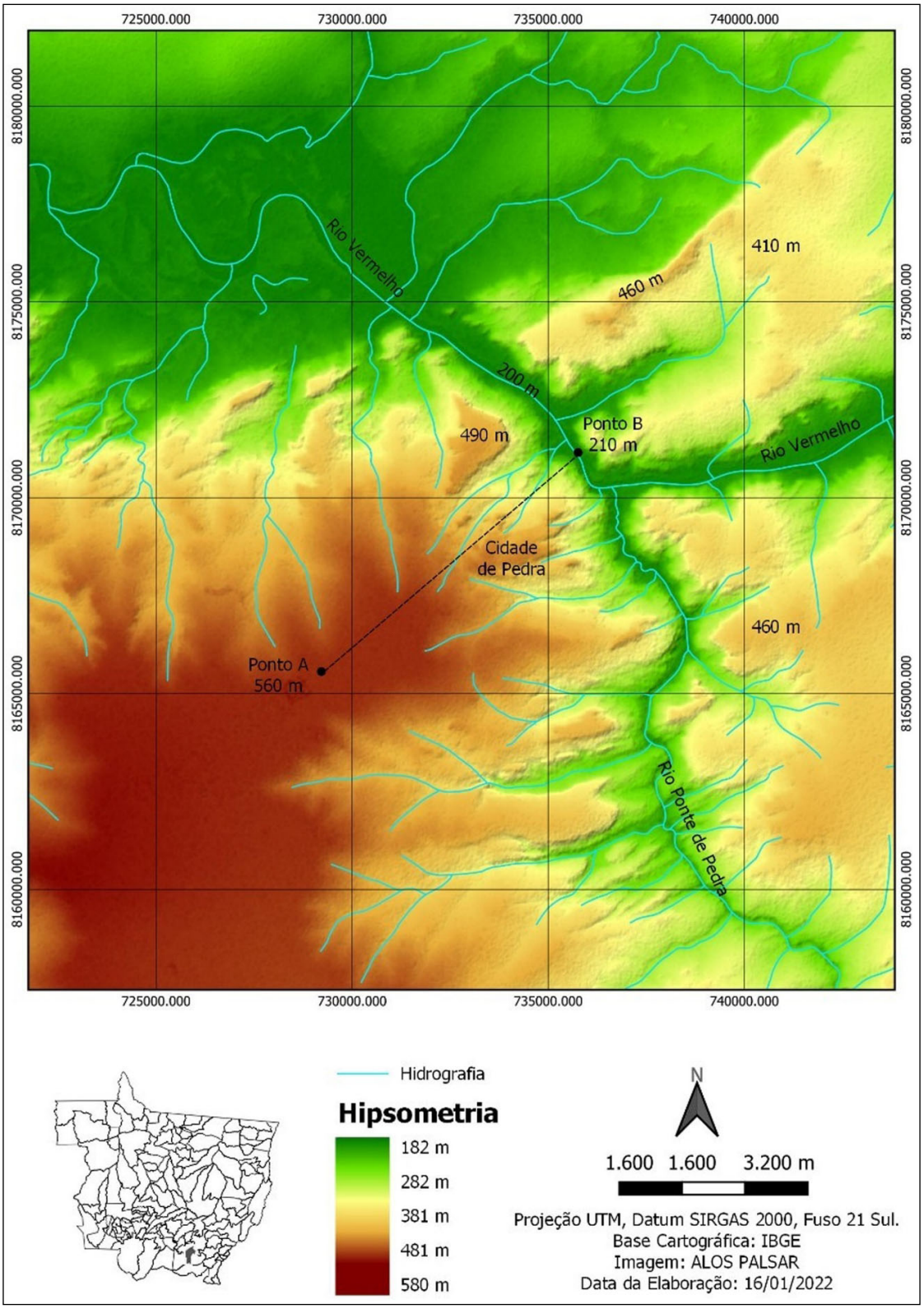
Por fim, é extremamente frequente, no interior dos corredores ou vales interpostos às magnas colunas, a exposição de gretas, além de dutos ou *pipes*, pelos quais verte de forma milenar a água percolada dezenas de metros acima. Esse trabalho hidrostático mostra ser decisivo para o futuro solapamento e ruptura do arenito, originando a complexa rede de corredores, que forma as notáveis colunas de rocha. Vários desses dutos exibem calcificação ou silicificação interna, endurecida por depósitos ferrosos, que acaba persistindo por maior tempo que o próprio arenito, depois de expostos pela erosão das paredes. Resultado curioso desse aspecto são como que buzinotes delgados, projetados de paredes lisas, imitando encanamentos ou vertedouros artificiais, como aqueles de antigas construções medievais.

Ainda que nos tomasse muitas páginas a mais, a descrição de tão variado tesouro geomorfológico não seria suficiente, para dar ciência de tanta geodiversidade. Porém, restará dela a base conceitual mais importante para compreender a relação funcional fitogeográfica a determinar aspectos igualmente notáveis da biodiversidade do Planalto dos Alcantilados, tendo como estudo de caso os magníficos arenitos da Cidade de Pedra,

em Rondonópolis, Mato Grosso. A história evolutiva geológico-geomorfológica da região, que produziu tão singular e complexo patrimônio geoturístico, com certeza corresponde à proporcional diversificação e singularidade florística, como passaremos e referir adiante.



Figura 6. Aspecto de microfeições geomorfológicas que em tudo imitam aquelas observadas na escala da paisagem dos arenitos da Cidade de Pedra.



Fonte: Eng. Flor. Lucas Alencar.

Figura 7. Mapa Hipsométrico contemplando a área da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, destacando o corte A – B exibido adiante, na Figura 8.

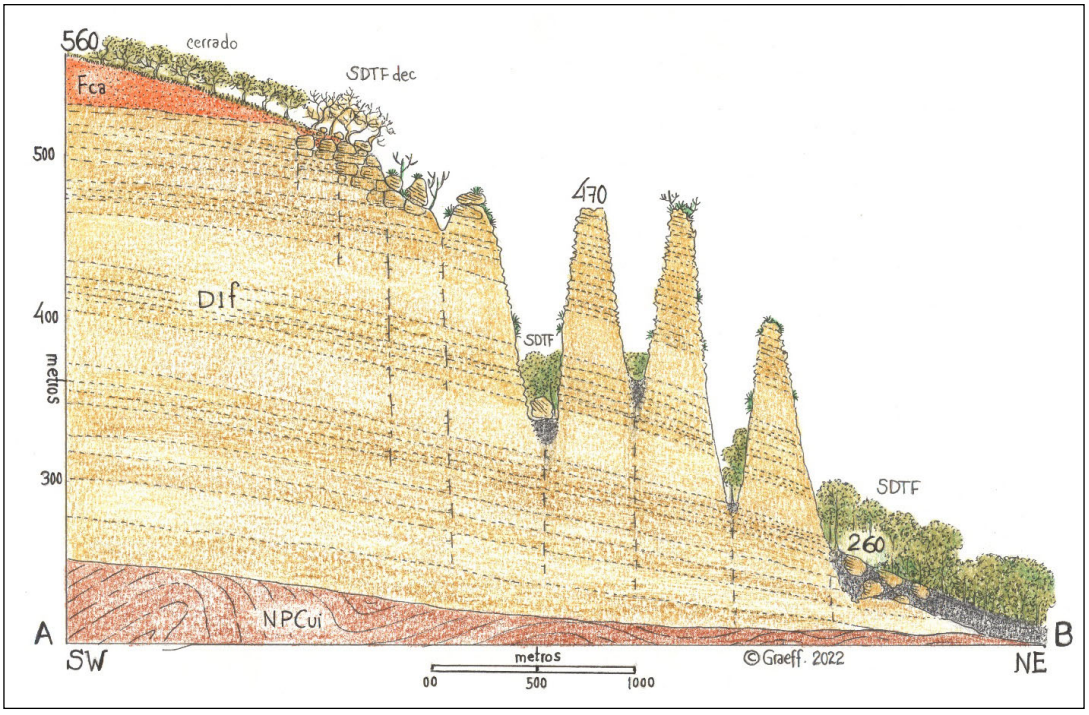


Figura 8. Diagrama da área da Cidade de Pedra, em Rondonópolis, com base no corte A – B (figura 7), com exagero vertical.



Figura 9. Vista tomada sobre os arenitos ruiniformes da Cidade de Pedra.



Figura 10. Aspecto de geoformas, sobre o topo dos arenitos da Cidade de Pedra, que representam redes de drenagem surgentes, nas quais se notam os mesmos padrões usualmente observáveis na escala de paisagem.



Figura 11. Blocos remanescentes da degradação dos arenitos da Cidade de Pedra, relacionados às rochas da Formação Furnas. Notam-se alguns deles em abatimento, que preservam sinais de antigos fluxos erosivos diferenciais.



Figura 12. Saídas de dutos (*pipes*), na base das colunas de arenito da Cidade de Pedra, que imitam buzinotes de antigas construções medievais.

DIVERSIDADE FLORÍSTICA E ENDEMISMOS RELACIONÁVEIS À GEODIVERSIDADE, NO PLANALTO DOS ALCANTILADOS E SEUS EXEMPLOS NA CIDADE DE PEDRA

A Região Sul do Mato Grosso, dominada pelas formações sedimentares e solos os mais antigos do Planeta, historicamente submetida ao continentalismo climático e às alternâncias ambientais do Quaternário, apresenta patrimônio paisagístico muito característico. O contraste típico entre os morros ou chapadas tabuliformes e extensos vales interpostos levou Ab'Sáber (2006) a inseri-los no Domínio dos Chapadões Recobertos e Penetrados por Florestas-Galeria, ainda que eventuais questões escalares possam suscitar interpretações equivocadas. É uma paisagem de pediplanos.

Assim, ao tratarmos da história Quaternária da região, estaremos invariavelmente a analisar a sucessão de períodos frios e secos, imensamente mais longos, nos quais predomina magna taxa de erosão e de movimentação de massas e blocos; e de outros subsumidos e quentes, durante quais se originam espessos mantos de solos e quando a

erosão decresce, mercê do desenvolvimento de vegetação mais densa. Nos primeiros, aprofundam-se os vales e recuam as encostas, à forma de frentes de cuestas ou paredes íngremes; enquanto nos segundos atenuam-se as formas do relevo. Importante notar que, mesmo no coração de cada um desses períodos, persistem paisagens de exceção, nos quais se abrigam ou refugiam conjuntos de espécies adaptadas.

A partir deste cenário cíclico, que procuramos resumir acima, é possível observar na paisagem atual certo gradiente de vegetações revestindo cada seção, expurgando-se a presente análise do estado de conservação da paisagem, que o homem alterou sobremaneira, nas últimas quatro décadas. Dependendo dos mesoclimas e substratos disponíveis, teremos vegetação mais ou menos densa. O assunto foi detalhado em Graeff (2015), sendo recomendável mais atenta revisão, àqueles que desejem estender o assunto, que é de certo modo complexo. Contudo, nos permitimos resumi-lo, ajustando seu foco no presente assunto. Sobre solos mais espessos, nos quais exista mínima condição de drenagem, dominam vegetações de índole arbórea; ao passo que, sobre substratos rasos ou litólicos, vegetam plantas herbáceas e arbustivas, numa paisagem que poderá ser caracterizada como campestre. Nestes últimos, a vegetação se apresentará mais ou menos densa, principalmente em função da drenagem ou do grau de exposição da rocha sã. Há outros fatores ambientais, que podem influenciar a fisionomia dessas vegetações, tais como o fogo e a interferência humana, sendo também todas elas variáveis, conforme a orientação cardeal da encosta.

Importa muito, para efeitos de nossas presentes reflexões, o conjunto de afloramentos rochosos e vegetações de índole campestre, por seu papel de reconhecidos refúgios de floras secas ou xéricas. Os denominados cerrados rupestres também são associados aos afloramentos ou solos litólicos e rasos. Por sobre esses afloramentos e vegetações abertas, tem continuamente migrado e evoluído flora própria de exceção, que encontra diversificado abrigo na própria geodiversidade existente no Planalto dos Alcantilados. O variado conjunto de morros-testemunho, de inúmeras escalas, sustentando cimeiras tabulares, congrega fragmentos-relíquia de velhos cerrados, sendo suas bordas abundantes em floras secas, relacionadas a climas pretéritos. Também são conspícuos na paisagem platôs escalonados, descendentes dos processos de erosão diferencial, muitos deles a exibir considerável superfície aflorante de rocha, onde igualmente se abrigam esses elementos florísticos de natureza xérica.

Em face da evolução geomorfológica típica da paisagem dessa região, não é difícil concluir que esses refúgios Pleistocênicos enfrentam gradual retração e que caminham para o desaparecimento, ao sabor das condições morfoclimáticas que dominam o Brasil Central, no Quaternário. Isso significa supor que, em escala de tempo geológico, todas essas formas do relevo tendem ao desaparecimento e que a paisagem geral caminha para a simplificação e aplainamento, pondo fim na capacidade dessas plantas de se abrigarem e refugiarem, caso não se adaptem ou migrem. Assim, se os megaprocessos de erosão diferencial do Terciário Superior e Quaternário ensejaram a expansão e migração dessa flora, pelo surgimento de extensa linha de afloramentos, no Planalto dos Alcantilados, seu gradual isolamento vem operando diretamente na diversificação de seus elementos, mediante alternados pulsos de especiação e extinção.

Já viemos de referir esse processo migratório da flora, através do Planalto dos Alcantilados, ensejando circulação genética entre polos opostos, tais como o Chaco, a Oeste, e o Planalto Atlântico e Nordeste Semiárido, a Leste, sendo possível a influência de outros polos difusores de flora Terciária, como o Sul do Brasil e a Amazônia. Também ressaltamos francos indícios fitogeográficos de que este processo é predominantemente recente, adstrito ao final do Terciário e ao Quaternário (PENNINGTON; LEWIS; RATTER, 2006; AGUIAR-MELO, 2016), além de ainda incompleto, como passaremos a propor, a seguir.

Considerando o protagonismo da Neotectônica do Pantanal e da Depressão do Araguaia/Tocantins, que teria dado origem ao Planalto dos Alcantilados e estabelecido esse importante corredor migratório, somos levados a supor que toda essa paisagem, outrora planáltica, era recoberta por um tipo de protocerrado ou floresta seca. A partir do quadro atual dessa flora, supomos que tenha ali predominado floresta de natureza mesófila, com pronunciado grau de esclerofilia, talvez muito similar ao cerradão, da qual descenderia o complexo de vegetações do cerrado *lato sensu* (RIZZINI, 1997; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006). Não haveria assim espaço considerável para a prosperidade da flora que hoje se encontra estabelecida nos afloramentos rochosos dos Alcantilados.

Não obstante o acelerado estado de alteração da vegetação, imposto pelo avanço do homem, esse quadro ainda pode ser hodiernamente observado nas áreas planálticas que cercam a região dos Alcantilados: a Norte, sobre o Planalto do Rio das Mortes, vinculado ao Chapadão dos Parecis (ROSS, 2006) e ao Sul, nos chapadões do Alto Taquari e Sudeste Goiano, na extremidade Norte da Bacia do Paraná, tudo o que se encontrava, antes do avanço da agropecuária, era o domínio hegemônico do cerrado e vegetações associadas. Tudo isso, cabe lembrar, se relaciona ao domínio dos solos relacionados à Formação Cachoeirinha, todos muito espessos e antigos. Dessa história de recuo planáltico, cedendo gradualmente espaço ao afloramento das rochas da Formação Aquidauana, teria sido aberto espaço ecológico e evolutivo para a irradiação da flora seca ou xérica de que tratamos.

Tirando partido da acelerada exposição das rochas de arenito da Formação Aquidauana, ocorrida durante o avanço das duas frentes erosivas remontantes, em oposição, teria sido caminho bastante fácil para a flora herbáceo-arbustiva de índole seca prosperar largamente. Diversos grupos botânicos relacionados a esta flora teriam capacidade adaptativa para ocupar esse extenso corredor, como seguramente o fizeram plantas das famílias Cactaceae, Orchidaceae, Araceae, Velloziaceae, Gesneriaceae e Bromeliaceae. Elas encontrariam espaço ecológico apropriado para sua expansão, pela vasta disponibilidade dos afloramentos rochosos e solos litólicos associados. Tudo indica que diversas outras plantas também participaram dessa diáspora oportunista. Contudo, torna-se difícil, por ora, identificá-las e a suas rotas migratórias, haja vista o baixíssimo conhecimento sobre a flora dessa região (MARTINELLI, 2021, inf. pessoal).

Percorrendo este novo universo migratório do Planalto dos Alcantilados, com seus substratos rochosos surgentes, em meio ao recém-fragmentado domínio de vegetação arbórea, teriam abundado essas plantas adaptadas, num processo muito intenso de saltos e colonizações. O quadro suposto leva a crer na prosperidade de notáveis populações quase

contínuas de cactáceas e bromeliáceas, seus elementos florísticos mais característicos. Dentre essas plantas, resolvemos adotar como estudo de caso as bromeliáceas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f., cujas rotas migratórias vêm sendo há muito estudadas, tendo seu polo de origem usualmente apontado entre o Sul do Brasil e a interface com o Chaco, na Argentina, Paraguai e Bolívia (BENZING, 2000; WIESBAUER, 2008; GIVNISH et al., 2011; RIBAS, 2016; AGUIAR-MELO, 2016).

Martinelli (2022, inf. pessoal) afirma ainda haver dois entendimentos a respeito da dispersão do gênero *Dyckia*. Um deles estaria relacionado ao Planalto Central, em subáreas concentradas principalmente nos estados de Minas Gerais (Espinhaço) e Goiás (Serra Geral), com três rotas distintas, sendo uma em direção Leste-Oeste; outra em direção ao Sul, via cerrados do Paraná, atingindo o litoral daquela região e suas regiões serranas, tendo uma alcançado o litoral do Rio de Janeiro; e uma terceira se expandindo para trechos do Nordeste, especialmente a Bahia, através de seus inselbergs.

Outro entendimento, corroborado por vários dos autores citados, trata o caminho da distribuição de forma inversa, com o argumento de que *Dyckia* pertence à subfamília Pitcairnioideae, de origem caracteristicamente andina. Segundo Martinelli (2022, inf. pessoal), há notável discrepância nos resultados filogenéticos nos gêneros de Pitcairnioideae. Trata-se, ainda segundo ele, citando Givnish et al. (2007; 2011) e Forzza (1997; 2001), de um gênero de grande diversificação nos ambientes xéricos da América do Sul, o chamado "clado xérico" formado por *Encholirium*, *Dyckia* e *Deuterocohnia,* sendo que a grande convergência morfológica em *Dyckia*, dificulta a delimitação taxonômica, acreditando-se que isso advenha de sua evolução rápida e recente, o que torna difícil a distinção das espécies, hipótese que, como se perceberá, vem ao encontro de nossos próprios postulados envolvendo sua história natural, nos Alcantilados.

As *Dyckia* spp. são plantas herbáceas, xerofíticas, com hábito à forma de rosetas isoladas, mas frequentemente formando touceiras. Em sua maioria, são duras e espinescentes, preferindo habitats rochosos, ou colonizando depósitos de substratos sobre elas, como seria de imaginar. Muitas espécies conseguem colonizar solos mais profundos, embora não possam competir com ambientes arborizados pela luz, que lhes é condição fundamental. Como a maior parte das plantas da família Bromeliaceae, as *Dyckia* spp. podem se multiplicar vegetativamente, o que representa importante estratégia adaptativa. Porém, sua multiplicação costuma se dar a partir de sementes, produzidas em frutos deiscentes, sendo essas sementes numerosas, com aspecto discoide e achatado, que podem planar ao sabor de ventos mais fortes, mas dificilmente percorrendo longas distâncias. Algumas espécies do Sul do Brasil são reófitas, ou seja, habitam rochas ou afloramentos marginais aos rios, tolerando inundações ocasionais e dispersando suas sementes através de correntes hídricas (WIESBAUER, 2008; AGUIAR-MELO, 2016).

Plantas do gênero *Dyckia* se mostram invulgarmente suscetíveis à hibridização espontânea (WIESBAUER, 2008; KRANZ, 2020, inf. pessoal), o que pode ser facilmente observável em coleções vivas, onde o fenômeno praticamente inviabiliza sua multiplicação por sementes, sob risco de se perder o controle cadastral específico

das plantas. Essa capacidade demonstra que grande parte delas ainda exibe proximidade genética entre si, indicando sua relativa recenticidade evolutiva, no que pese recentes estudos sobre a família botânica Bromeliaceae (LOISEAU et al., 2021).

O conhecimento a respeito das bromélias do gênero *Dyckia*, no Centro-Oeste, ainda é lacunoso, especialmente quanto à sua taxonomia (MARTINELLI, 2021, inf. pessoal) e não pode ser adequadamente avaliado, se considerados os achados de campo e sua confrontação aos registros existentes nos Herbários ou na lista oficial da Flora do Brasil (JBRJ, 2022). Esta última aponta somente dez espécies de *Dyckia* spp. para o inteiro estado do Mato Grosso, indicando muito provavelmente subcoleta ou baixo conhecimento atual a respeito da efetiva riqueza florística da região.

O naturalista Walter M. Kranz (KRANZ, 2021, inf. pessoal), por seu turno, vem realizando numerosas expedições pelo Centro-Oeste, desde os anos 1990, seguindo a ocorrência das *Dyckia* spp. e formando notável coleção de plantas vivas *ex situ*, sendo provavelmente um dos maiores descobridores de bromélias deste gênero na região. Muitas delas já foram descritas como novidade para a Ciência, desde então. Diversas outras se encontram em fase de estudo, sendo possível prever a apresentação de inúmeras novidades botânicas, a partir do material criteriosamente cultivado por ele. Segundo Kranz (2021, inf. pessoal), somente para a região do Planalto dos Alcantilados, já constariam de seus registros não menos que 120 amostras de plantas deste gênero, não estando claras ainda as identidades taxonômicas de diversas delas.

O próprio autor vem realizando expedições pela região, desde os anos 1980, tendo também assinalado diversas plantas diferentes para este gênero, muitas delas, é claro, coincidindo com os achados de Kranz. Resta disso a conclusão da notável diversidade de formas de bromélias do gênero *Dyckia*, ao longo do Planalto dos Alcantilados, representando estas inequívoco referencial para nossa presente reflexão. Sua associação quase obrigatória com a extensa rede de afloramentos rochosos do Planalto dos Alcantilados propicia terreno fértil, quando analisamos sua relação direta com a geodiversidade, que viemos de comentar.

Contudo, o notável grau de geodiversidade, principalmente relacionado às formas do relevo, como referimos de forma preambular, sugere papel ainda mais extenso nesse processo, do que meramente a formação de corredor migratório. Isso parece advir do confronto entre um grupo de espécies de grande capacidade adaptativa, que devemos ressaltar não se restringir às plantas da família Bromeliaceae, e os processos geomorfológicos observados historicamente, no Planalto dos Alcantilados.

Ocorre que, na família Bromeliaceae, vêm sendo desvendados continuamente seus processos evolutivos, revelando intensa taxa de especiação, mesmo ainda durante o Quaternário (BENZING, 2000; WIESBAUER, 2008; RIBAS, 2016; AGUIAR-MELO, 2016; VERSIEUX, 2021). LOISEAU et al. (2021) detalharam o admirável processo evolutivo de algumas bromélias da Floresta Atlântica, entre as quais descobriram sinais de intensa troca de genes e mesmo especiação, por meio de hibridização, mostrando a relativa proximidade mútua de muitos grupos, nesta família. A partir de seu trabalho, demonstraram que cruzamentos entre espécies diferentes e até mesmo a hibridização

intergenérica têm ocorrido com certa frequência, desde o Terciário, sendo provável que, mesmo ao longo do Quaternário recente, ainda venham acontecendo misturas e surgindo novos táxons, de grande adaptabilidade.

Loiseau et al. (2021) estudaram bromélias da Floresta Atlântica, que é uma formação bastante antiga, desenvolvida ao longo dos últimos 70Mi.a. (GRAEFF, 2015). Sabemos que também a floresta perúmida não deixou de sofrer os efeitos das glaciações Quaternárias, retraindo-se e expandindo-se, num processo similar ao que observamos em quase todas as paisagens brasileiras, inclusive os Alcantilados. Porém, abundam indícios de que a floresta nunca deixou de existir, em suas tipologias densas, ainda que permanecesse dramaticamente refugiada, durante os prolongados eventos secos e frios do Quaternário, tremendamente mais duradouros que os quentes e úmidos (SANT'ANNA NETO; NERY, 2005). Parece ter sido neste reencontro alternado entre espécies previamente isoladas, que ocorreram as hibridizações referidas por Loiseau et al. (2021). Isso explicaria razoavelmente, tanto o caráter megadiverso observado nas bromélias da Floresta Atlântica, quanto o elevado nível de endemismo, observado ao longo dessas matas hoje densas e contínuas.

De forma análoga, porém oposta, plantas de índole xérica, como aquelas do gênero *Dyckia*, especializadas em ambientes secos e frios, teriam sofrido retrações e expansões, no âmbito de paisagens tais como aquela do Planalto dos Alcantilados. Separando-se, durante os períodos quentes e úmidos, tais como o atual, elas sofreriam mutações e derivas, fixando cada uma dessas populações germoplasmas diferentes, para se reencontrarem novamente, no âmbito dos períodos secos e frios, ou nas transições, quando aquelas populações sobreviventes novamente intercruzariam e se hibridizariam. Não é difícil também supor que muitas dessas populações isoladas tenham se extinguido, distanciando geneticamente ainda mais aquelas outras remanescentes, por vezes transformadas em endemismos.

De posse de longa experiência na horticultura das *Dyckia* spp. de sua coleção viva, Kranz (2021, inf. pessoal) defende que, muito embora se adaptem eficientemente aos ambientes secos, elas necessitam de período úmido de no mínimo cem dias, após a germinação de suas sementes, até que seus *seedlings* se desenvolvam em rosetas estabelecidas. Isso pode tê-las induzido a se expandir notavelmente, através de reprodução sexuada, exatamente nos períodos de transição climática, quando o regime de precipitações ainda coincidia com os menores índices de vegetação densa. Também é importante considerar que, no âmbito de climas frios e secos, as guildas de insetos e polinizadores seriam muito menos complexas e eficientes, o que não apenas corrobora a suposição de Kranz (2021, inf. pessoal), como nos faz imaginar que seriam esses *turning points* climáticos, quando insetos e aves voltariam a ser abundantes e mais diversificados, aqueles onde essas plantas trocariam mais genes, em face dessa dinâmica populacional crescente de polinizadores.

Outro fator determinante, nessa história natural de intensa diversificação das bromélias do gênero *Dyckia* é sua capacidade de expansão vegetativa, sob condições favoráveis, como atesta o achado de Ribeiro (2021, inf. pessoal), na Serra do Rola Moça, em Minas Gerais, onde registrou ao menos um indivíduo clonal de *Dyckia consimilis* ocupando área de cerca de 150m^2. Nesta touceira descomunal, muitas rosetas ainda se

encontravam interconectadas e exibiam aparentes frentes com mutação somática, o que é bastante comum em Bromeliaceae.

No caso de *Dyckia consimilis*, as plantas evidentemente tiravam partido de situação de ótimo ecológico, para se multiplicarem de forma clonal, por extensa superfície, para talvez darem origem a populações que, no futuro, poderão apresentar dramática semelhança, confundindo a Ciência. É bastante provável que, no Planalto dos Alcantilados, tenham ocorrido fenômenos similares, durante períodos frios e secos, quando as plantas viveriam relativa moratória de reprodução sexuada e recorreriam à expansão vegetativa, que aliás é força motriz de prosperidade, em diversas outras plantas do Domínio do Cerrado (RIZZINI, 1997). Tendo sido os períodos glaciais muito superiores aos quentes e úmidos, como o atual (SANT'ANNA NETO; NERY, 2005), não é pouco provável que tenham prosperado extensas populações dessas plantas xéricas, com baixa renovação genética, no interior das longas eras glaciais.

No tocante ao papel da Geomorfologia e da geodiversidade, torna-se realmente importante ressaltar a influência da variedade de feições geomorfológicas, na indução da variação genética e não somente por sediarem elas formas diferenciadas de plantas. Essa variedade de espécies, afinal, poderia ter sido originada em outras partes, tirando partido da geodiversidade e do grau variado de suportes edáficos e microambientes, para subsistir nos rochedos do Planalto dos Alcantilados. De fato, é grande a quantidade de táxons envolvidos na colonização e exploração de afloramentos rochosos, incluindo muitas outras famílias de plantas com larga dispersão pelo Brasil Central e que se sabe não terem por ali seu centro de dispersão e especiação. Porém, no caso das bromélias do gênero *Dyckia*, como talvez ocorra com outras plantas a serem descobertas, parece importar sobremaneira o caráter de paulatina retração de seus habitats específicos, muitas vezes surpreendendo-as em pleno processo de adaptação e, com isso, impulsionando sua diversificação.

Os fluxos erosivos responsáveis pela evolução característica dos pediplanos, como é o caso dos Alcantilados e paisagens correlatas, envolvendo recuo de encostas e notável exposição de rochas sedimentares, originaram enorme quantidade de morros-testemunho, colunas e pilares, cuja tendência natural é o gradativo desaparecimento. A retração dessas rochas-suporte ocorre em favor do aplainamento progressivo da paisagem, sendo previsível a consolidação, em longo termo, de vastas peneplanícies arrasadas. Ao longo deste processo, vão resistindo algumas dessas formas na paisagem, comportando-se como refúgios de elementos florísticos como aqueles de que viemos de tratar. Esses morros-testemunho passam a se comportar como ilhas, fazendo supor que passem a se submeter ao princípio da Biogeografia de Ilhas, como proposto por MacArthur & Wilson (1967, in TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010).

O princípio ecológico da Biogeografia de Ilhas propõe que a distribuição das espécies em ilhas ou manchas pressupõe um equilíbrio de forças opostas de colonização e extinção, sendo previsível que o tamanho de cada um desses fragmentos seja proporcional ao do número de espécies encontradas. Grosso modo, portanto, um morro-testemunho mais preservado e contendo maior superfície de rocha aflorante e maior variação de microambientes abrigará maior número de plantas rupícolas/saxícolas. Talvez, a depender do restante das condições ambientais, ainda possa receber migrantes, ou enviá-los a outros fragmentos, por ocasião de

novos fluxos migratórios. Além disso, seus próprios elementos terão mais chances de variar e recolonizar o local, em virtude de perturbações ambientais supervenientes.

Por oposição, geoformas em declínio e retração poderão assistir à gradual extinção de seus elementos. Deste modo, muito presumivelmente, eliminarão parte considerável do patrimônio genético de determinadas espécies, tornando ainda mais distantes outras parcelas da população e fazendo surgir vicariantes de espécies primitivas, ou novas espécies, com afinidades marcantes entre si. Importante lembrar que, em face de novos eventos climáticos secos e frios, principalmente durante fases de transição, essas populações antes isoladas poderão se reexpandir e intercruzar, produzindo híbridos que, no âmbito de novas mudanças ambientais, voltarão a se submeter à Biogeografia de Ilhas. Ridley (2006) fortalece essa suposição, relacionada aos arenitos ruiniformes e morros-testemunho, quando afirma que as distribuições geográficas das espécies são determinadas principalmente pela fragmentação dos ecossistemas, mais do que pela simples dispersão. Segundo ele, os cladogramas da área de determinado táxon concordam com a história geológica dessa área.

Não é raro, no Planalto dos Alcantilados, que se encontrem populações de plantas de um mesmo grupo de *Dyckia*, em morros até relativamente próximos, sem que qualquer delas seja igual à outra. Kranz (2021, inf. pessoal) refere o caso de *Dyckia beateae*, que pode ser encontrada em diversos habitas, ao longo dessa região, sem que qualquer dessas populações apresente a mesma constituição genética, sendo muito difícil determinar-lhe os verdadeiros limites que a caracterizam como espécie. Não parecem restar dúvidas de que o exemplo por ele citado represente bem o que ocorre com tantas outras dessas bromélias, ao largo dessa região.

Outra planta coletada por Kranz (LEME et al., 2012) também parece servir bem como exemplo deste fenômeno que envolve geodiversidade e biodiversidade. É o caso de *Dyckia secundifolia*, cujo epíteto sugere sua característica morfológica mais notável, qual seja o aspecto secundo de suas rosetas. Ao descrevê-la, Leme et al. (2012) ressaltaram a notável variação nas populações da planta, ao longo de sua área de ocorrência, toda ela circunscrita ao Planalto dos Alcantilados. De fato, não obstante a hipótese de que se trate de diversos táxons estritamente afins e vicariantes de *Dyckia secundifolia*, todas essas plantas demonstram ter fixado a mesma característica fortemente secunda da roseta, ainda que exibam diferenças muito evidentes. Nós mesmos viemos de coletar exemplares tão distantes, como em General Carneiro, a Leste, e Rondonópolis, já bem próximo à borda Oeste do Planalto. Todos eles carregavam esse aspecto fortemente secundo, tratando-se, porém, de plantas de genótipo evidentemente diferenciado. Nossa hipótese, tomando como fundamento o que propuseram Loiseau et al. (2021), nos autoriza a concluir que o complexo de *Dyckia secundifolia* trilhou o mesmo caminho das expansões, retrações e retrocruzamentos, podendo mesmo ter hibridizado com outras espécies de *Dyckia*, talvez até algumas já extintas.

Assim, representando prováveis populações-relíquia, hodiernamente isoladas nos afloramentos rochosos do Planalto dos Alcantilados, as plantas de *Dyckia secundifolia* sugerem ter ocupado amplo espaço ecológico, durante períodos favoráveis, quando tiveram oportunidade de variar geneticamente, ao sabor da reprodução sexuada, não apenas tendo condições de expressar sua variabilidade genética, como também de intercruzar

eventualmente com outras espécies do mesmo gênero. Migrando através de metadispersão, ao largo do arco contínuo de arenitos da Formação Aquidauana, essas bromélias teriam prosperado magnificamente; até se verem novamente fragmentadas, por ocasião de novas mudanças climáticas, submetidas também ao dramático isolamento de suas populações, imposto pela evolução de geoformas críticas, tais como os morros-testemunho e feições ruiniformes, que hoje enfeitam a paisagem admirável dos Alcantilados.

Não menos importante sugere ser a operação do fenômeno observado por Ribeiro (2021, inf. pessoal), em *Dyckia consimilis*, na Serra do Rola Moça, sendo possível que, em períodos de clima propicio, essas plantas vicariantes do Mato Grosso tenham também experimentado expansão clonal, através do desenvolvimento de amplas touceiras vegetativas, tornadas indivíduos singulares, tempos depois. Sobrevivendo então, isoladas em parcelas distantes, tanto quanto seus polinizadores, essas populações se tornariam gradativamente simples geneticamente, formando alguns dos habitats que hoje encontramos, em nossas andanças pelo Planalto dos Alcantilados, alguns mais de uma centena de quilômetros distantes dos outros.

Na Cidade de Pedra da RPPN João Basso, é possível observar, de modo dramático, a tremenda especialização de algumas dessas plantas, ao longo das variadíssimas geoformas existentes. Durante nossa recente expedição, Martinelli (2021, inf. pessoal) coletou três supostas espécies diferentes de *Dyckia*, todas elas ainda em fase de identificação, cada uma delas ocupando habitat exclusivo, na paisagem ruiniforme. Seus habitats eram praticamente excludentes entre si, embora algumas delas ocorressem muito próximas, o que evidenciava adaptação crítica. Fenômeno muito parecido parece ocorrer com outras bromélias que habitam a Cidade de Pedra, como por exemplo algumas *Bromelia* spp., que também ocupam microambientes perfeitamente relacionáveis às feições geomorfológicas do Parque. É possível imaginar que, nesse encontro singular, em meio a paisagens tão únicas, estejamos a assistir a novas hibridizações e especiações, ajudando a escrever o futuro da biodiversidade do Planalto dos Alcantilados.

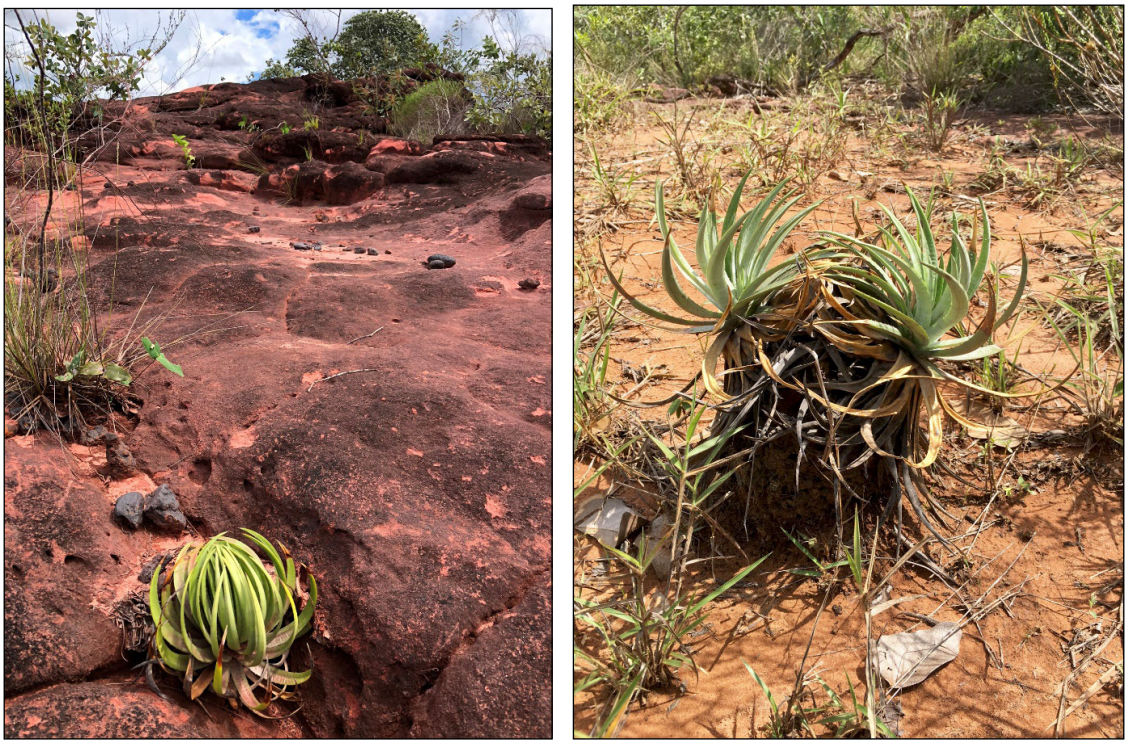
Entre blocos e matacões, por sobre a borda do altiplano, em sua linha de ruptura para os arenitos ruiniformes, tirando partido da forte insolação e máxima exposição aos ventos, é possível encontrar população dominante da maior das espécies de *Dyckia* da Cidade de Pedra, contando algumas rosetas com quase um metro de diâmetro. Com simetria fortemente radial e lâminas curvas, em forma de canal, essas plantas mostram ser muito idosas, exibindo pseudocaule muito espessado, no qual se observam cicatrizes de velhas folhas, emprestando-lhe aspecto escultural. Elas formam populações relativamente densas, ajuntando-se a alguns exemplares igualmente idosos de cactáceas, como *Cereus* cf. *bicolor* e *Arthrocereus spinosissimus*, não sendo encontradas essas *Dyckia* sp., mais abaixo, entre as colunas de arenito.

Outras espécies muito menores de *Dyckia*, exibindo rosetas acaules, com poucas dezenas de centímetros de diâmetro e folhas de aparência cinérea, vegetam sobre patamares de rocha, à forma de refúgios, formando manchas. Habitam exclusivamente as áreas deprimidas, em meio às colunas e pilares, não sendo observadas junto àquelas outras da borda do altiplano acima. Há ainda algumas populações de outra possível espécie de *Dyckia*, que se misturam a gramíneas e cactáceas *Discocactus* cf. *heptacanthus* que são esferoidais, espalhando-se

todas elas em largos patamares erodidos e recobertos por miríades de fragmentos clásticos, desprendidos da rocha matriz, pela contínua diaclase. A identidade dessas plantas talvez divirja daquelas anteriores, em caracteres como indumento de folhas, tamanho etc., como ressaltou Martinelli (2022, inf. pessoal), dependendo da análise de especialistas. Contudo, até isso já parece confirmar a hipótese da variabilidade genética do grupo, anteriormente apresentada.

Ainda sobre alguns afloramentos isolados, ilhados em meio à floresta estacional decidual, que reveste hegemônica os infinitos corredores entre as rochas, são observadas outras plantas, que sugerem identidade diversa das demais. Cada uma dessas plantas, como viemos de tratar, ocupa seu próprio espaço ecológico restrito, dando mostra de sua exclusividade.

Do que se pode depreender do estudo da ocorrência das bromélias do gênero *Dyckia*, nos arenitos ruiniformes da Cidade de Pedra da RPPN João Basso, em Rondonópolis, tudo sugere mesmo confirmar nossas reflexões. Não apenas no Parque, mas em todo o universo do Planalto dos Alcantilados, o notável índice de geodiversidade, associado às formas do relevo, está diretamente ligado à elevada biodiversidade, muito especialmente no que concerne às plantas de ambientes xéricos. Esta ligação parece ser causal, em termos evolutivos, o que significa afirmar que essa geodiversidade não somente abriga maior variedade de plantas, mas ela também exerce efeito indutor sobre os processos evolutivos endógenos dessa flora. Muito embora também possa proporcionar oportunidade migratória para outros elementos florísticos provindos de outros centros irradiadores, a geodiversidade é capaz de fazer surgir flora própria, representando autêntico centro difusor.



Figuras 13 e 14. *Dyckia* cf. *secundifolia* vegetando diretamente sobre rocha, na região de General Carneiro (acima-esquerda). *Dyckia* cf. *secundifolia* colonizando ninho de formigas, em depósito natural de areia, nos arenitos de Juscimeira, cerca de 200km de General Carneiro (acima-direita).

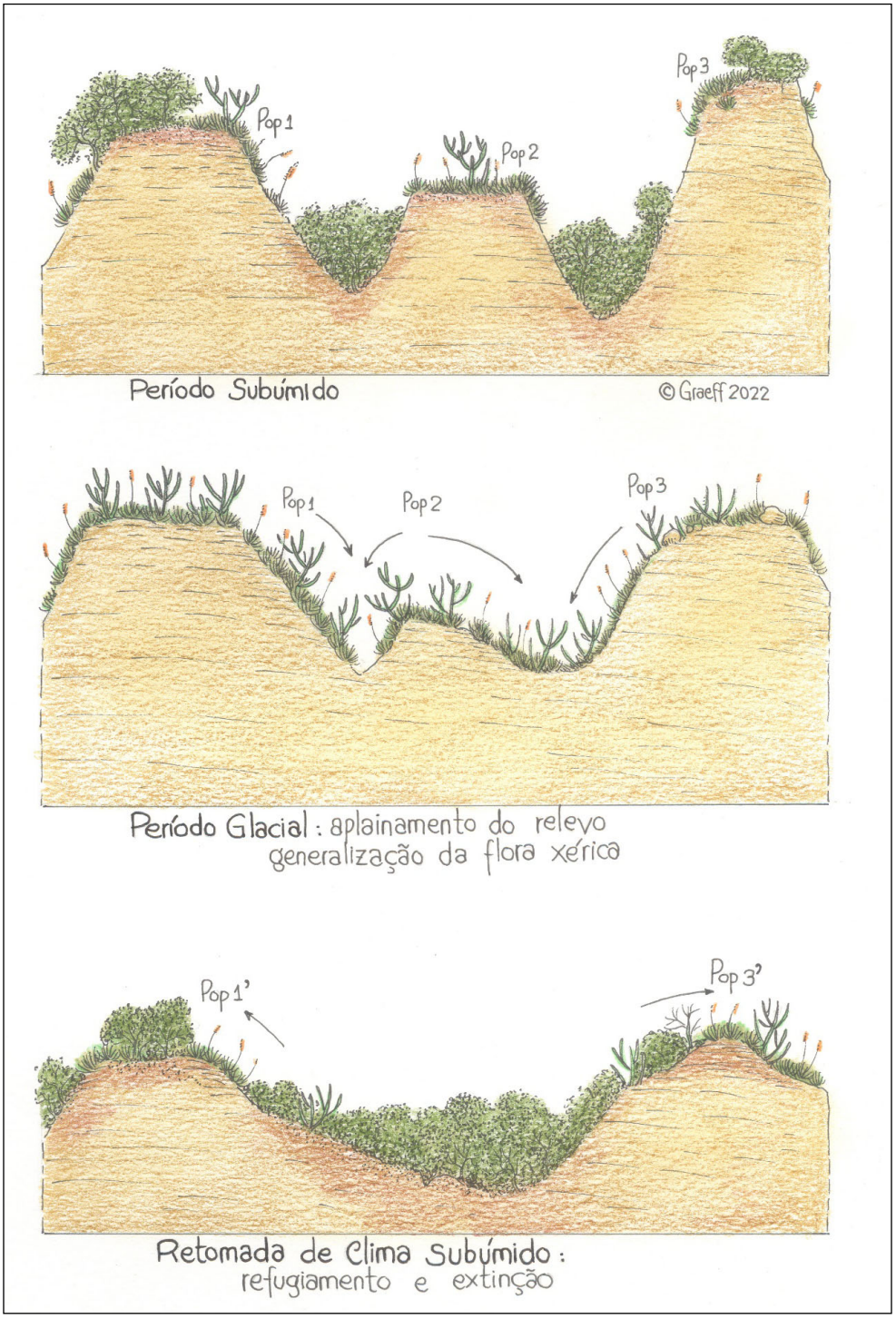


Figura 15. Diagrama representando aspectos dinâmicos de populações de plantas xéricas, no Planalto dos Alcantilados ao longo do Quaternário e mostrando como seus elementos se expandem e trocam genes, para posteriormente se refugiarem e muitas populações se extinguirem.



Figura 16. Uma das diversas espécies de *Dyckia* (Bromeliaceae) da Cidade de Pedra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do exposto neste trabalho, torna-se evidente que a Região Sul do Mato Grosso, mais especificamente o recorte paisagístico do Planalto dos Alcantilados, congrega universo único e rico de geodiversidade, caracterizando unidade geográfica a receber necessária atenção, por sua inquestionável aptidão geoturística. Sua variedade de formas de relevo, destacando-se de modo monumental na paisagem, representa patrimônio a ser estudado e preservado, por seu testemunho da história natural do Centro-Oeste Brasileiro.

A Cidade de Pedra de Rondonópolis, já satisfatoriamente protegida na Reserva Particular do Patrimônio Natural João Basso, representa, por seu turno, um dos pontos de maior interesse geoturístico, contendo verdadeiro tesouro de geodiversidade, cujas feições ruiniformes singulares são joias paisagísticas de inestimável valor. Situada na extremidade Oeste do Planalto dos Alcantilados, ela é verdadeiro museu a céu aberto, descortinando admiráveis processos geomorfológicos, relacionáveis à história Quaternária da Região.

Estabelecemos algumas hipóteses, que relacionam essa elevada taxa de geodiversidade do Planalto dos Alcantilados aos igualmente notáveis índices de biodiversidade observáveis na região. Adotamos como principais indicadores disso os padrões de ocorrência de diversas plantas do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae). Não apenas essas bromélias de hábito xerofítico, mas diversas outras espécies botânicas exibem indícios de importante rota migratória Quaternária, através do Planalto dos Alcantilados, merecendo esforços investigativos, por parte da Comunidade Acadêmica.

A evolução do vasto conjunto de afloramentos rochosos, desde o epílogo do Terciário, até os dias atuais, demonstra ter sido palco de decisivos fluxos migratórios. Para além disso, o Planalto dos Alcantilados mostra ter exercido também, neste mesmo período, determinante papel indutor de variação genética e especiação. A Cidade de Pedra resguarda importância invulgar, como possível sítio de investigações fitogeográficas, sendo já reconhecida sua relevância na pesquisa antropológica das Américas, como atestam seus notáveis sítios arqueológicos, intensamente pesquisados.

Não temos dúvida de que há muito ainda a ser desvendado, a respeito da história natural do Planalto dos Alcantilados e recomendamos atenção especial, por parte da Ciência, para com este universo paisagístico. Geologia, Geomorfologia e Botânica mostram conversar de forma especial, nesse magnífico recorte da paisagem do Centro-Oeste.

REFERÊNCIAS

ABREU-FILHO, W. & ALBUQUERQUE, M.C. (2016). **Projeto Geologia das Folhas Dom Aquino** – Rondonópolis, Estado do Mato Grosso. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Goiânia, Goiás.

AB'SÁBER, A. (1998). Megageomorfologia do Território Brasileiro. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

AB'SÁBER, A. (2006). **Brasil:** Paisagens de Exceção. São Paulo: Ateliê Editorial.

AGUIAR-MELO, C. (2016). **Filogeografia de cinco espécies de *Dyckia* (Bromeliaceae) endêmicas de uma região do Centro-Oeste Brasileiro, que compreende os Biomas Cerrado, Pantanal e Chaco, em comparação com uma congênere amplamente distribuída**. Tese de Mestrado na UFRGS, Porto Alegre, RS.

BACCARO, C.A.D. (2005). Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.

BENZING, D.H. (2000). **Profile of an adaptative radiation**. Cambridge University Press, Cambridge. 690p.

GIVNISH, T.J.; BARFUSS, M.H.J.; VAN-EEE, B.; RIINA, R.; SCHULTE, K.; HORRES, R.; GONSISKA, P.A.; JABAILY, R.S.; CRAYN, D.M.; SMITH, A.C.; WINTER, K.; BROWN, G.K.; EVANS, T,M.; HOLST, B.K.; LUTHER, H.; TILL, W.; ZIZKA, G.; BERRY, P.E. & SYTSMA, K. (2011). Philogeny, Adaptative Radiation and Historical Biogeography. Bromeliaceae: Insights from an Eight-Locus Plastid Phylogeny. **American**

Journal of Botany 98(5): 000-000.2011
GRAEFF, O. (2015). **Fitogeografia do Brasil, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro. Nau Editora.
GRAEFF, O. (2020) **Iconografia da Paisagem Brasileir**a. Rio de Janeiro. Nau Editora.
GUERRA, A.J.T. & GUERRA, A.T. (1997). **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.
JBRJ – INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (2022). **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br>.
LEME, ELTON M.C.; RIBEIRO, OTÁVIO B. & MIRANDA, ZENILTON DE J. (2012) New species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from Brazil. In **Phytotaxa**, vol.67.9-37.
LOISEAU, O.; MOTA-MACHADO, T.; PARIS, M.;KOUBÍNOVÁ, D.; DEXTER, K.G.; VERSIEUX, L.M.; LEXER, C. & SALAMIN, N. (2021). Genome Skimming Reveals Widespread Hibridization in a Neotropical Flowering Plant Radiation. In: **Frontiers in Ecology and Evolution**. 28.05.2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.668281>.
RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S & RIBEIRO, J.F. (2006). Biodiversity Patterns of Vegetation of the Brazilian Cerrados. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P. & RATTER, J.A. (Org.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Tropical Forests**: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. Oxford: Taylor & Francis Group.
RIBAS, S.P. (2016). **O gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Pitcairniodeae, Bromeliaceae) na Região dos Campos Gerais do Paraná:** aspectos taxonômicos. Tese de Mestrado. UEPG / UNICENTRO. Ponta Grossa, PR.
RIDLEY, M. (2004). **Evolução**. 3ª.ed. Porto Alegre, RS: Artmed.
RIZZINI, C.T. (1997). **Tratado de Fitogeografia do Brasil**: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos. 2ªed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda.
ROSS J.L.S. (2006). **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para planejamento ambiental. São Paulo. Oficina de Textos.
ROSS, J.L.S. (2016). O Relevo Brasileiro no Contexto da América do Sul. In: **Revista Brasileira de Geografia**. V.61, n.1, p. 21-58, Rio de Janeiro, RJ, jan/jun. 2016.
SANT'ANNA NETO, J.L. & NERY, JONAS T. (2005). Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P.E. (Org.). **Quaternário do Brasil**. São Paulo. Holos Editora.
SPICHIGER, R.; BISE, B.; CALENGE, C. & CHATELAIN, C. (2006). Biogeography of the forests of the Paraguay-Paraná Basin. In: PENNINGTON, R.T.; LEWIS, G.P. & RATTER, J.A. (Org.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Tropical Forests**: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. Oxford: Taylor & Francis Group.
TASSINARI, C.C.G. (2008). Tectônica Global. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R. &TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo. Companhia Editora Nacional.
TOWNSEND, C.R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. (2010). **Fundamentos em Ecologia**.

3ª.ed. Porto Alegre, RS: Artmed.
VERSIEUX, L.M. (2021). ***Alcantarea***: Giant Bromeliads from Brazil. Edited by Leonardo Versieux. Natal, RN, Brazil, jan. 2021.
WESKA, RICARDO K. (1996). **Geologia da Região Diamantífera de Poxoréu e Áreas Adjacentes, Mato Grosso**. Tese de Doutoramento. USP. Instituto de Geociências. São Paulo, SP.
WIESBAUER, M.B. (2008). **Biologia reprodutiva e diversidade genética de *Dyckia distachya* Hassler (Bromeliaceae) como subsídio para conservação e reintrodução de populações extintas na natureza**. Tese de Mestrado. UFSC. Florianópolis, SC.

INFORMAÇÕES PESSOAIS CITADAS

MARTINELLI, GUSTAVO – Biólogo, Doutor, Pesquisador Aposentado do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; criador e ex-coordenador do Centro Nacional de Conservação da Flora, CNCFlora.
KRANZ, WALTER M. – Engenheiro Agrônomo, Colecionador e Pesquisador das bromélias do gênero *Dyckia* Chult. & Schult. f., Londrina, Paraná.
RIBEIRO, OTAVIO B.C. – Biólogo, Taxonomista botânico de campos rupestres, mestrando no Departamento de Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. especialista na família Bromeliaceae. Atua profissionalmente em estudos ambientais referentes à flora de campos ferruginosos. otaviorupestris@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4019

OFICINA DE SOLOS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DAS ESCOLAS RURAIS DA SEMED/MANAUS (AM)

SOIL WORKSHOP IN CONTINUING EDUCATION FOR TEACHERS AT RURAL SCHOOLS OF SEMED/MANAUS (AM)

TALLER DE SUELO EN LA FORMACIÓN CONTINUA DE DOCENTES DE ESCUELAS RURALES DE SEMED/MANAUS (AM)

Armando Brito da Frota Filho[1]

RESUMO: Esta pesquisa aborda a oficina de solos realizada na formação continuada de professores da SEMED-Manaus, com professores das zonas rurais do município de Manaus, cuja estratégia metodológica foi uma roda de debates sobre currículo, Geografia e solos, seguidas de atividades práticas envolvendo solos. Sendo mostrado tanto a elaboração como a discussão de recursos didáticos como terrário, simulador de escoamento superficial, plasticidade, pegajosidade, textura e elaboração de tintas com solo. Visto que o objetivo do trabalho é apresentar e descrever a elaboração e desenvolvimento das oficinas de solos e sua contextualização ao currículo durante os encontros de formação continuada com os professores das áreas rodoviários e ribeirinhos. A reação dos docentes frente as atividades realizadas foram positivas, em especial pela vinculação das teorias apresentadas as práticas, e pelos recursos poderem ser utilizados de maneira rápida e com fácil reprodução e adaptação paras múltiplas realidades amazônidas.

Palavras-chave: Terrário. Solo. Geografia. Currículo. Formação continuada.

ABSTRACT: This research addresses the soil workshop carried out in the continuous training of teachers at SEMED-Manaus, with teachers from rural areas of the municipality of Manaus, whose methodological strategy was a round of debates on curriculum, geography and soils, followed by practical activities involving soils. Being shown both the elaboration and the discussion of didactic resources such as terrarium, surface runoff simulator, plasticity, stickiness, texture and elaboration of paints with soil. Since

1 Doutor em Geografia pelo PPGE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor Formador do componente de Geografia – DDPM/ SEMED-Manaus. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6133-7788. E-mail: armandofrota.filho@gmail.com.

Agradecimentos: O autor agradece, o desenvolvimento das oficinas de solos, à Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério (DDPM/SEMED) pelo apoio logístico, e principalmente a todos os docentes que participaram das oficinas e trocaram ideias para o desenvolvimento de novos materiais para seus estudantes.

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

the objective of the work is to present and describe the elaboration and development of the soil workshops and their contextualization to the curriculum during the continuing education meetings with teachers from the road and riverside areas. The reaction of the teachers to the activities carried out was positive, especially due to the link between the theories presented and the practices, and because of the resources that can be used quickly and with easy reproduction and adaptation to the multiple realities of the Amazon.

Keywords: Terrarium. Soil. Geography. School curriculum. Continuing training**.**

RESUMEN: Esta investigación aborda eltaller de suelos realizado enlaformación continua de docentes de la SEMED-Manaus, con docentes de áreas ruralesdelmunicipio de Manaus, cuyaestrategia metodológica fueun ciclo de debates sobre currículo, geografía y suelos, seguido de actividadesprácticas involucrando suelosMostrándose tanto laelaboración como ladiscusión de recursos didácticos como terrario, simulador de escurrimiento superficial, plasticidad, pegajosidad, textura y elaboración de pinturas contierra. Ya que el objetivo deltrabajo es presentar y describirlaelaboración y desarrollo de lostalleres de suelo y sucontextualización al currículo durante losencuentros de formación continua con docentes de las zonas vial y ribereña. La reacción de los maestros a lasactividades realizadas fue positiva, sobre todo por el vínculo entre lasteorías presentadas y lasprácticas, y por los recursos que pueden ser utilizados de forma rápida y con fácil reproducción y adaptación a lasmúltiples realidades de la Amazonía.

Palabras clave: Terrario. Suelo. Geografía. Currículum escolar. Formación continua.

INTRODUÇÃO

O solo é fundamental à vida (vegetal e animal) e ao desenvolvimento dos seres humanos, enquanto sociedade. Usa-se desse recurso para sustento, alimentação, moradia e produção, além de aspectos artísticos e cultuais-religiosos.

Segundo a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO ITPS, 2015) solo é um recurso natural complexo, tão ou mais que a água ou o ar, e a nível nacional, o IBGE (2015) o conceitua como "material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres". Porém um dos conceitos mais completos vem do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos no qual o solo é:

> uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (SANTOS *et al.,* 2018, p 25).

Contudo, o conceito de solo fica abstrato no imaginário da população, em especial dos estudantes do Ensino Básico, só havendo entendimento conceitual aos poucos indivíduos que seguem áreas voltadas às ciências da terra, como Geografia, Geologia, Agronomia, Biologia, Ciências Naturais e Engenharia (Civil, Petróleo e Gás, entre outras), cada qualcom seu viés, algumasvezes com conceituações próprias que não conversam com as das demais áreas de conhecimento.

Ao se pensar nos documentos voltados à educação, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Nunes *et al*. (2021) explana que a temática de solos é pouco tratada no Ensino Fundamental e Médio, o que é preocupante pois, nesse primeiro seguimento são desenvolvidos os conceitos e no segundo são postos em prática. Arruda *et al*. (2021) constatou que a palavra solo é utilizada de forma confusa e, não está de acordo com o uso correto da terminologia, o que pode gerar imprecisões conceituais entre docentes e de entendimento por parte dosestudantes.

Outro agravante é que em espaços urbanos o solo não está visível, muito menos as suas funções e seus serviços ecossistêmicos[2], segundo Falconi*et al* (2013) a maior dificuldade dos discentes em ambiente urbano é que "o cotidiano dos alunos tem muito pouco de solo" e afinal, como se entende e observa-se o solo na sociedade urbana?Em uma sociedade que vive num espaço urbanizado, o solo é um elemento invisibilizado, já queboa parte desse recurso está impermeabilizado pelo asfalto (BARBOSA NETO *et al.,*2019).

Em contrapartida, os estudantes das áreas ruraistêm o solo no seu cotidiano, eles veem na prática o uso dos conceitos, a exemplo da origem dos alimentos. Contudo, em ambos os casos, discentes do espaço urbano e do rural, muitas vezes não desenvolvem a reflexão sobre as funções do solo e dos demais serviços ecossistêmicos, aimportância dos componentes dos solos e a saúde pedológica não sãoaprofundadas.

Perusi e Sena (2012), Louzada e Frota Filho (2017) e Nunes *et al.* (2021) indicam que, nas escolas públicas, o ensino de solos é pouco estudado, resultando no desconhecimento de um elemento importante em termos ambientais e no espaço geográfico. Além disso, no modelo de educação que se apresenta, o qual é baseado na exposição tradicional do professor diante de uma plateia passiva de alunos, o conhecimento não é desenvolvido ou estruturado, no máximo repassado, umaalusão direta à educação bancária que Paulo Freire se contrapunha.

Acompreensão deste elemento da natureza é essencialnuma perspectiva sustentável, atribuindo valor e significado ao solo e formando o que pode ser chamado de "consciência pedológica" (FERREIRA *et al.,* 2021). Utiliza-se esse termo visto que quando se trata da questão ambiental, a sociedade, em menor ou maior grau, tem conhecimento sobre a mesma, fazendo das práticas de Educação Ambiental como um vetor de sensibilização. Enquanto que a questão do solo, como abordado anteriormente, por não ser de conhecimento geral da sociedade, nesse caso, faz-se imperativo desenvolver a percepção e compreensão sobre o solo e suas funções.

É imprescindível que haja uma transformação da visão sobre o solo, tanto no aspecto conceitual como no educacional. Diante dessa problemática, pensou-se no solo como a via para sensibilização ambiental e pedológica para os docentes, por meio da formação continuada de professores.

Os docentes atuam como vetores da visão do solo para além de terra e sujeira, pois "pensar o 'solo' no cotidiano é pensar não só nas funções do solo, no seu conceito e

em suas características, mas, também, pensar nas relações estabelecidas *com* o solo e *no* solo" (FALCONI *et al.,* 2013), a partir do raciocínio geográfico.

Conforme Carmo (2009), Perusi e Sena (2012) e Frota Filho e Fontes (2021) a formação continuada de professores tem papel de possibilitar atualização de bases teórico-metodológicas e suporte das interações que possibilitam a superação dos problemas conceituais ou mesmo de ordem didática, afim de dar condições ao processo de ensino-aprendizagem e construção do conhecimento.

Nesse sentido, a Secretaria Municipal de Educação de Manaus (SEMED – Manaus) tem encontros de formação continuada, conforme planejamento anual realizado com base nas demandas indicada pelos professores e questões levantadas pela própria Secretaria, em sintonia com a Currículo Escolar Municipal de Manaus (CEM-Manaus) usado nas escolas da rede municipal, derivado da BNCC.

De tal modo que, o objetivo do artigo é apresentar e refletir a elaboração e desenvolvimento das oficinas de solos e sua contextualização ao currículo durante os encontros de formação continuada com os professores das áreas rodoviária e ribeirinhas.

As atividades desenvolvidas com os professores das áreas rodoviária e ribeirinhas, partiu da intencionalidade da ação formativa cujo temática principal era "Ensinar por competências e habilidades em Geografia", com objetivos de promover a educação em solos e contribuir com a melhoria da dinâmica de ensino-aprendizagem sobre Pedologia; desenvolver materiais e recursos didáticos de baixo custo e fácil acesso aos professores e estudantes afim de unir teoria e prática; e despertar nos professores e consequentemente nos seus discentes um olhar crítico e contextualizado sobre o solo, considerando a conservação dos solos e sua importância no contexto natural e social.

MATERIAIS E MÉTODOS

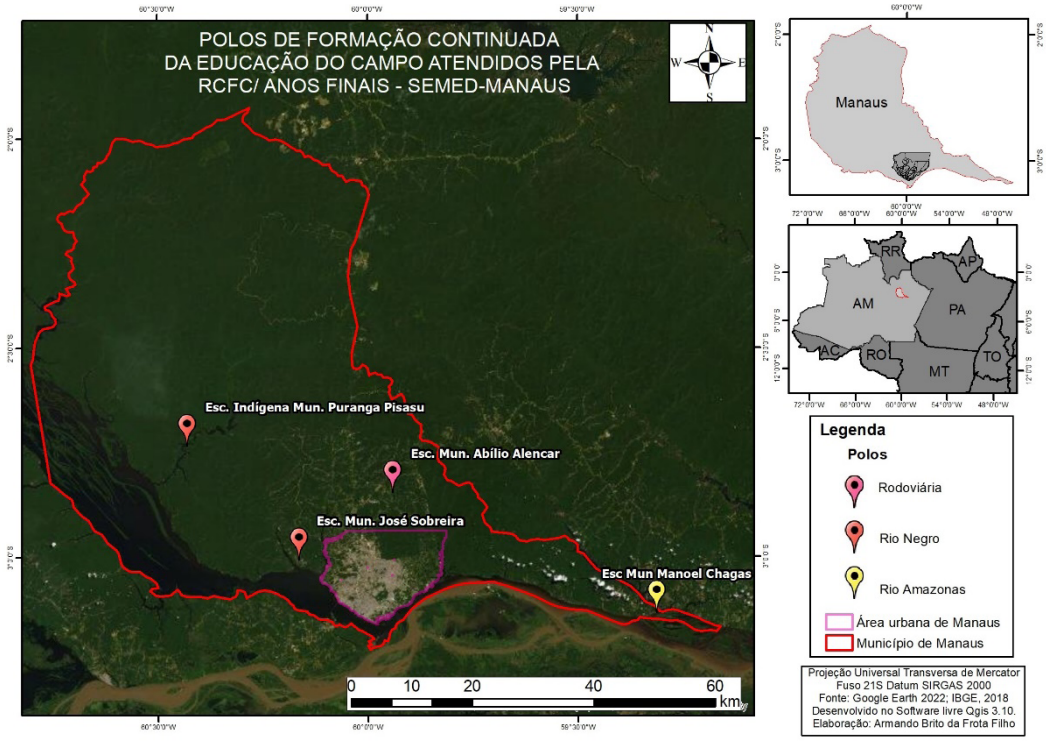
Contexto de atendimento formativo

A rede municipal de ensino de Manaus, conforme dados da plataforma QEdu (2021)[3] possui 505 escolas da rede pública municipal, 421 localizadas no perímetro urbana e 84 nas áreas rurais, das quais 28 atendem os Anos Finais, conforme plataforma Escol.as (2021)[4]. Estas escolas do contexto da educação do campo, das águas e das florestas nas Amazônias, englobam as áreas da rodoviária e ribeirinhas (do rio Negro e do rio Amazonas).

Os professores da rede municipal de ensino de Manaus são atendidos pela Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério (DDPM), setor que trabalha com a formação continuada na SEMED/Manaus. Com encontros de formação continuada regulares, conforme planejamento anual realizado com base nas demandas indicada pelos professores e questões levantadas pela Secretaria, como foco no currículo e avaliação. Mediante às demandas sinalizadas pelos docentes foram abordados temas durantes as formações, em que no primeiro encontro tratou-se de "Currículo em Foco: Ensinar por Competências e Habilidades no ensino de Geografia", cuja oficina foi a estratégia pedagógica utilizada.

Os encontros formativos das escolas localizadas no perímetro urbano, gerenciadas por Divisões Distritais Zonais (DDZ), desde 2020, no período de isolamento social da pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19) se dão de forma remota, por meio da plataforma *Google Meet.* Enquanto os encontros formativos da DDZ Rural são presenciais em escolas polo, e de maneira diferenciada particulariza as suas necessidades e características. Visto que devido a distância da área urbana, o acesso a internet (cabeada ou de dados móveis) é dificultada, dessa forma não houve encontro formativos.

Vasconcelos (2017) indica como são divididas as escolas na DDZ Rural, sendo em área rodoviária as que se localizam em estradas e ramais, percorrendo a AM – 010 Manaus-Itacoatiara e a BR 174, que dá acesso à Boa Vista (RR), enquanto nas áreas ribeirinhas, há o Rio Negro e o Rio Amazonas. A oficina de solos ocorreu nos polos rodoviária (01 escola polo - Esc. Mun. Abílio Alencar), no rio Negro (02 escolas polo - Esc. Mun. José Sobreiro e Esc. Indígena Mun. Puranga Pisasu) e no rio Amazonas (01 escola polo - Esc. Mun. Manoel Chagas), espacializados na Figura 1.



Fonte: Elaboração do autor (2022).

Figura 1. Mapa de localização das escolas polo atendidas pela RCFC – SEMED/Manaus.

Apesar da formação ter caráter disciplinar, voltada aos professores de Geografia, houve interação interdisciplinar com professores de Ciências partícipes dos encontros. A possibilidade de interação com este componente é pertinente, visto os objetos do conhecimento (conteúdos) correlatos entre os dois currículos, em especial, no sexto ano. Nesse sentido, os encontros formativos foram desenvolvidos com 53 professores (25 de Geografia e 28 de Ciências), distribuídos segundo à Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das quantidades de professores atendidos e seus polos de atendimento.

DATA DO ENCONTRO FORMATIVO	ESCOLA POLO	QUANTITATIVO DE PROFESSORES	
		GEOGRAFIA	CIÊNCIAS
15/03/2022	Esc. Mun. Abílio Alencar	14	16
22/03/2022	Esc. Mun. José Sobreiro	6	4
10/05/2022	Esc. Indígena Puranga Pisasu	5	5
24/05/2022	Esc. Mun. Manoel Chagas	2	1
TOTAL POR COMPONENTE		27	26
TOTAL		53	

Fonte: Organização do autor (2022).

Levantamento bibliográfico sobre os temas a serem abordados nas oficinas

Foram estudados os textos da Base Nacional Comum Curricular referente ao Ensino Fundamental – Anos Finais, observando-se as habilidades que envolvessem as questões de solos, nos componentes de Geografia e de Ciências. O texto da BNCC (2019) é a referência para outros documentos curriculares, como os referencias curriculares estaduais e o currículos municipais, aqui representados pelo RCA (Referencial Curricular Amazonense) e o Currículo Escolar Municipal de Manaus (CEM - Manaus).

A título de contextualização, o verbete "solo" aparece na BNCC 17 vezes. Segundo Arruda *et al.* (2021) uma das citações, na área de Educação Física, sobre um aparelho feito de um material elástico que amortece eventuais quedas, além de aparecer "três vezes em textos introdutórios de capítulos e, em tabelas, foi citado duas vezes nos Objetos de Conhecimento e 11 vezes nas Habilidades".

Ainda nessa tônica, os referidos autores trouxeram as habilidades em que o solo aparece textual e explicitamente, sendo apenas quatro nos Anos Finais do Ensino Fundamental, das quais são três na Geografia, e uma em Ciências. Sendo que respectivamente consta na BNCC (BRASIL, 2019):

–EF06GE05- Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais;

–EF06GE10- Explicar as diferentes formas de uso do solo (rotação de terras, terraceamento, aterros etc.) e de apropriação dos recursos hídricos (sistema de irrigação, tratamento e redes de distribuição), bem como suas vantagens e desvantagens em diferentes épocas e lugares;

–EF08GE18- Elaborar mapas ou outras formas de representação cartográfica para analisar as redes e as dinâmicas urbanas e rurais, ordenamento territorial, contextos culturais, modo de vida e usos e ocupação de solos da África e América;

–EF07CI07- Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e à fauna específicas[5].

É necessário reiterar que apenas estas habilidades apresentaram nominalmente "solo", contudo há outras em que esse tema pode ser inserido, ainda que tangencialmente, como por exemplo a habilidade EF09GE17 - Explicar as características físico-naturais e a forma de ocupação e usos da terra em diferentes regiões da Europa, da Ásia e da Oceania. Nesse caso, as questões pedológicas podem ser abordadas dentro das características físico-naturais (geologia, relevo, solos, clima, hidrografia e vegetação), além do fato, de nesse caso, o verbete "terra" poder ser entendido como um sinônimo de solo, uma vez que em outras habilidades a expressão uso do solo também foi utilizada.

Para a elaboração da parte prática da oficina utilizaram-se como base os recursos do Manual Técnico de Pedologia: guia prático de campo[6] e as propostas elaborados pelo Projeto Solo na Escola, da UFPR[7], ambos com adaptações quando necessárias. Com enfoque nas habilidades e competências, pois conforme BNCC explicita "as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências" (BRASIL, 2019).

Desenvolvimento da oficina

O encontro formativo nos polos teve dois momentos, o primeiro com uma roda de conversa sobre o currículo (BNCC / CEM- Manaus) e como a Geografia está inserida nele. O segundo momento foi o desenvolvimento da oficina de solos, tendo um caráter mais prático, com atividades alicerçadas nas competências e habilidades do currículo, assim como em um viés contextualizado ao modo de vida do/no campo.

A montagem dos experimentos realizou-se na DDPM. Buscou-se utilizar materiais recicláveis como garrafas PET, copos e folhas para que os recursos didáticos não fossem onerosos e permitissem uma fácil reprodução e adaptação pelos docentes e seus estudantes.

A escolha do modelo oficina se deu por se tratar de um espaço de construção coletiva de conhecimento, com troca de experiências, visto que esta metodologia é unidade produtiva de conhecimentos, a partir da realidade a ser transferida a fim de transformá-la (SILVA *et al.,* 2019).

Nesse sentido, foram abordados conteúdos pertinentes à temática solo: gênese, processos de formação, propriedades físicas e químicas, erosão e conservação do solo, e áreas de risco. Foram reconstituídos perfis de solo e terrários com diversos tipos de ecossistema; simulador de escoamento superficial; solos de diferentes texturas: arenosa e argilosa características físicas como plasticidade, pegajosidade e textura; tinta de solo.

Todas as atividades desenvolvidas com os professores foram construídas de forma que se considerasse a importância da interdisciplinaridade, uma vez que o saber não é exclusivo apenas de uma ciência e que ele pode ser aplicado em outros campos do saber (FERREIRA *et al.* 2021). Além disso, nestes encontros os professores de Geografia e Ciências compuseram uma turma única, em seus respectivos polos, posto que essa temática é vista no sexto ano, pelos dois componentes, e os discentes tendem a dizer "ah, mas já vimos isso em Geografia", "De novo? Professor de Ciências já falou disso", cada um com seu viés e abordagens próprios. Outra questão importante é que pelas características destes locais, os professores podem ministrar mais de um componente curricular.

Terrário e simulador de escoamento superficial

O experimento teve por objetivo mostrar o solo e seus horizontes, assim como demonstrar o processo de escoamento superficial. Foram utilizadas garrafas PET transparentes e incolor para melhor visualização do perfil de solo, sua porosidade e a importância da cobertura orgânica e vegetacional frente aos processos erosivos por meio do simulador de escoamento superficial (Figura 2).



Fonte: Autor (2022).

Figura 2. Passos para elaboração do terrário e simulador de escoamento superficial. A: PET cortada. B: Base dos perfis de solo, seixo representando o material original (rocha matriz). C: areia como horizonte C. D: material argiloso (latossolo) representando horizontes A e B. E: Matéria orgânica para um dos perfis. F: os dois terrários prontos, um com cobertura vegetal e sementes de feijão e o segundo representando o solo exposto.

Foram feitos terrários com garrafa PET que simulam dois contextos frente ao escoamento superficial, um mimetizando o solo exposto sem cobertura e proteção natural, e outro com cobertura de matéria orgânica e vegetação.

O solo utilizado para a confecção dos terrários é o Latassolo amarelo, encontrado na cidade de Manaus e para simular a vegetação foram utilizadas sementes de feijão pelo rápido crescimento e desenvolvimento de raízes.

Plasticidade, pegajosidade e textura

A experiência teve por objetivo demonstrar que o solo apresenta diferentes texturas e debater com os professores as razões dos diferentes tipos de texturas; para o desenvolvimento das atividades relacionadas à plasticidade, pegajosidade e textura, coloração do solo e sua elaboração de tintas utilizou-se amostras de solos coletadas, na cidade de Manaus (AM), sendo classificadas como Latossolos Amarelo (FROTA FILHO, 2021). Essas amostras passaram pelo processo de tratamento e análise granulométrica do Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (TEIXEIRA *et al*., 2017), na Tabela 2 são apresentadas as características físicas.

Tabela 2. Características físicas das amostras de solo utilizadas nas atividades de textura, pegajosidade e criação de tintas.

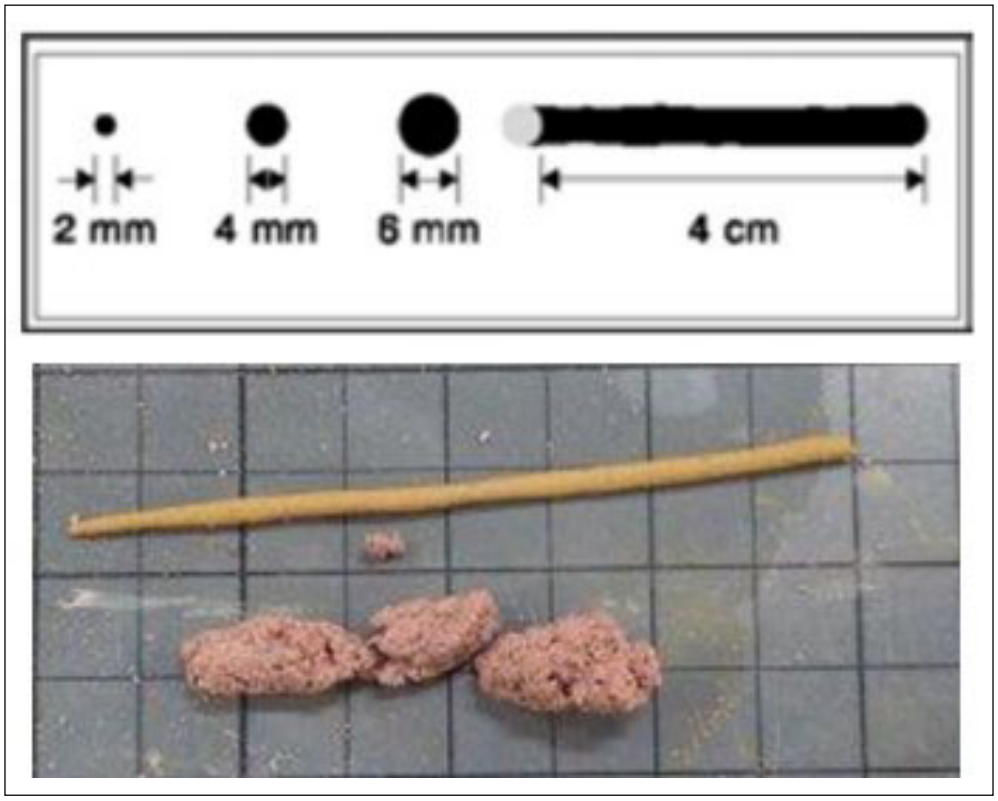
Amostra	**Horizonte**	**Areia**	**Argila**	**Silte**	**Textura**	**Cor** (Sistema de cores de Munsell)
		(%)				
01	A	8,38	66,02	25,60	Muito Argilosa	7,5YR 3/2 (úmido) Dark Brown (Marrom escuro)
02	B	4,47	74,45	21,08	Argilosa	7,5 R 7/6 (úmido) Yellow Red (Vermelho amarelado)
03	C	71,03	22,46	6,51	Franco Argilo Arenosa	7,5 R 8/2 (úmido) Red (vermelho)

Fonte: Organização do autor (2022).

Reitera-se que as amostras a serem utilizadas pelos professores com os estudantes não precisam passar por todo esse processo de tratamento e análise granulométrica, podendo ser coletadas nas imediações da escola. Contudo, sugere-se que sejam coletadas previamente e passem pelo processo denominado de TFSA (Terra fina seca ao Ar), no qual as amostras são colocadas para secar ao ar para perder umidade para a atmosfera, destorroadas e passadas em peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 2 mm (TEIXEIRA *et al*., 2017), a fim de retirar cascalhos, seixos, pedaços de raízes e folhas e outros materiais orgânicos.

Para determinação da plasticidade, rola-se, depois de amassado o material do solo umedecido, entre o indicador e o polegar e observar se pode ser feito ou modelado um cilindro fino de solo, com cerca de 4 cm de comprimento (IBGE,2015), conforme Figura 3A e B, e o parâmetro pode ser observado no Quadro 6, que sintetiza as características e graus de consistência nos três estados de umidade.

Quanto **à** Pegajosidade é a propriedade que apresenta capacidade do solo de aderir a outros objetos. Para sua avaliação, a massa do solo quando molhada e homogeneizada é comprimida entre o indicador e o polegar e a aderência é, então, observada (IBGE, 2015). Os graus de pegajosidade são descritos no Quadro 1.



Fonte: IBGE (2017). Foto: Autor (2022).

Figura 3. A- Critérios para determinação da plasticidade. B - Cilindros feitos com as amostras. Em papel milimetrado com escala de 1cm.

Quadro 1. Parâmetros para análise de consistência do solo.

Consistência (molhada)		
	Plasticidade	**Pegajosidade**
Graus	Não plástica	Não pegajosidade
	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
	Plástica	Pegajosa
	Muito plástica	Muito pegajosa

Fonte: IBGE (2019). Organização do autor (2022).

Para determinação da textura em campo, ou no caso em sala, o manual de pedologia de campo do IBGE (2015) explica ser de suma importância, pois se constitui no único instrumento de controle para resultados quando não se dispõe de laboratório. Tomam-se por base as sensações clássicas, produzidas pelas frações ao serem molhadas e esfregadas, resumidas da seguinte forma: "A areia dá a sensação de atrito, o silte de sedosidade e a argila de plasticidade e pegajosidade" (IBGE, 2015).

Elaboração de tintas

A dinâmica teve por objetivo demonstrar as diferentes cores que o solo pode apresentar, discutindo-se suas razões e suas empregabilidades no cotidiano e nas artes. A criação de tintas, a partir de amostras de solo, utilizou as mesmas amostras da atividade anterior, partindo da metodologia utilizada por Vital *et al.* (2019) e Santos e Catuzzo (2020) que usa solos, cola branca e água numa proporção de 3:2:1, sempre mexendo com um pincel até formar uma mistura homogênea, e considerando a textura de cada amostra.

Isso resulta em uma consistência própria para cada característica textural, algo que foi incentivado a ser percebido pelos professores cursistas. Após a elaboração das tintas, foi pedido aos professores que fizessem desenhos ou representações de algo sobre solos que foi discutido durante o encontro formativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento das oficinas sobre solos em escolas das áreas rodoviária e ribeirinha

A escolha da oficina como estratégia metodológica foi por se tratar de um espaço de construção coletiva de conhecimento, com análise da realidade, com troca de experiências (SILVA *et al.,* 2019), que desenvolveu na adaptação das atividades, como seu melhoramento para cada contexto em que ocorreu. As propostas advindas dos contextos rodoviário, ribeirinho do rio Negro e do rio Amazonas foram distintos entre si. Por mais que os professores sejam formados em Geografia e/ou Ciências, e tenham visto esse conteúdo em suas graduações, é importante ressaltar que as atividades além de trazerem um conteúdo científico, também são uma transposição de didática para o EF – anos finais.

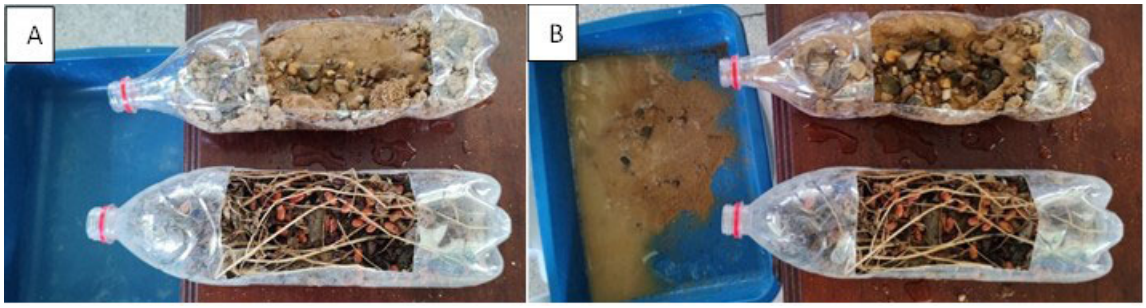
Isto é importante, pois nem todos os docentes tem afinidade com essa temática, além da ideia de ser um espaço colaborativo de construção de ideias. Perusi e Sena (2012) indicam que a formação continuada exercita a construção de materiais com base nas suas realidades e "assim aprimorarem as práticas no contexto de suas aulas de Geografia no ensino básico".

Outro fator importante é a desmistificação do conteúdo "solo", e que este deve ser ensinado apenas quando se fala dos contextos físicos ou naturais de uma região, país ou continente. A proposta é justamente mostrar que os aspectos naturais, dentre eles o solo, podem e devem ser ensinados numa perspectiva contextualizada e dialogada com outros conteúdos ou outras disciplinas/componentes curriculares.

Isto é notado nas atividades práticas propostas e realizadas com os professores, pois ao observarem os recursos e metodologias e dialogarem entre si, perceberam as diversas conexões que a temática solo pode ter, seja como protagonista ou um assunto que pode ser abordado tangencialmente, algo que é explorado abaixo em cada uma das atividades propostas pelo ponto de vista dos docentes.

Terrário e simulador de escoamento superficial

O terrário foi exposto aos professores, inicialmente, na perspectiva de mostrar os horizontes do solo e discutir o processo de formação. E no que concerne à conservação dos solos foi realizado o simulador de escoamento superficial, exemplificando tanto a importância da camada orgânica (serrapilheira), quanto da cobertura vegetal, além do papel da declividade no processo erosivo, assim como a intensidade da chuva (erosividade).Esses conceitos foram trabalhados com os professores via inclinação dos terrários, imitando declividades diferentes e observando o quanto de solo foi carreado de cada um dos terrários, por meio da coloração da água e a quantidade de material retido na bandeja (Figura 4).



Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Figura 4. Terrário e simulador de escoamento superficial A: Mostrando os perfis e composição dos horizontes do solo; B: Após o processo de simulação de escoamento superficial.

Falconi*et al.* (2013) indica que nesse contexto, o procedimento investigativo é uma opção de prática educativa, que favorece a socialização das ideias,

> a interação do conhecimento entre os alunos e dos alunos com o professor, o questionamento e, principalmente, e no caso do ensino de solos a possibilidade de comparar, o que é do nível da imaginação do aluno, pela observação em sala, com os fenômenos reais que se dão no espaço geográfico, como por exemplo, um fenômeno de erosão (FALCONI*et al.*,2013, p91).

E isso se traduziu nas propostas, adaptações e adequações sugeridas pelos professores para desenvolver com seus respectivos alunos, considerando suas realidades, uma delas foi a elaboração de três terrários – 01 sem vegetação, 01 com pouca vegetação, e 01 com muita vegetação, além das propostas apresentadas no Quadro 2.

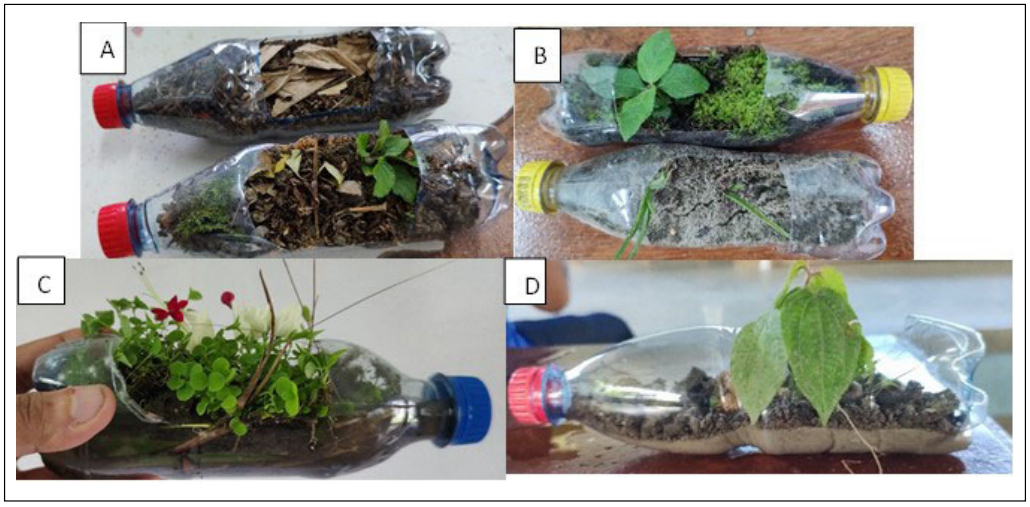
O mais importante durante essa atividade são as diferentes visões que os professores têm e desenvolvem, a partir das suas realidades, incluindo as próprias experiências nas quais os docentes já usaram o terrário como estratégias para trabalhar ciclo hidrológico e biogeoquímico, ou ainda trabalhar biomas ou o conceito de paisagem.

Quadro 2. Propostas de terrário feitas pelos professores.

Polo		Propostas de terrário	O que abordar
Rodoviário		com solo compactado; com cimento.	Impactos das urbanizações no ciclo da água, processos erosivos, áreas de risco.
Ribeirinho	Rio Negro	degradados; igapó	Impactos ambientais; ecossistemas amazônicos e ciclos biogeoquímicos.
	Rio Amazonas	margem de rios	Dinâmica dos rios e processos de solapamento das margens fluviais (terras caídas).

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Os docentes, então, fizeram seus próprios terrários considerando os conteúdos que poderiam abordar (Figura 5). E a partir das produções o que se observa é que além das propostas, já elencadas acima, feitas por eles, os professores ainda desenvolveram outras possibilidades para os recursos, dependendo do material que usaram e escolheram, podendo usar tanta areia, espécies vegetais diferentes ou até mesmo trabalhando o ecossistema de igapó[8] que é característico do contexto amazônico.



Fonte: Autor (2022).

Figura 5. Terrário feitos pelos professores. A: Polo Rodoviário – com serrapilheira e com cobertura vegetal; B: Polo José Sobreira – Cobertura vegetal e área impactada com pouca vegetação; C: Polo Puranga Pissasu – ecossistema de igapó (feito com água do rio Negro); Polo Manoel Chagas: Cobertura vegetal.

Barbosa neto *et al.* (2019) explica que durante às atividades, como as oficinas, o que se busca é fazer a sensibilização ambiental acerca da importância sistêmica dos recursos naturais, de maneira interdisciplinar e multirreferencial, sempre associando as temáticas e conteúdos com realidades dos envolvidos e destacando a paisagem presente no entorno de cada escola e no cotidiano. Nessa questão, também se leva em consideração o desenvolvimento dos conceitos envolvendo o solo e sua importância para sociedade, e consequentemente a consciência pedológica.

Plasticidade, pegajosidade e textura

Com as amostras foi possível realizar testes morfológicos para identificação textura, plasticidade e pegajosidade do solo, esses materiais didáticos foram desenvolvidos com solos de características conhecidas, com a intenção de melhor discutir os resultados obtidos pelos professores, assim como visualizar a formação do solo e sua heterogeneidade.

As amostras 01 e 02 foram classificadas como muito argilosa e argilosa, respectivamente, pois apresentaram altas proporções da fração argila, além da baixa quantidade de areia, 8,38 e 4,47%, respectivamente, e mais de 20% de silte em ambas, fazendo com que sua textura seja mais sedosa e menos áspera, além de alto coeficiente de pegajosidade. Enquanto a amostra 03 foi classificada como franco argilo arenosa por ter quantidade de areia superior a 70%, dando um caráter mais áspero a amostra e com baixa coesão, assim os professores escolheram as amostras que gostariam de experienciar.

O conhecimento dos teores e percentagens das frações de argila, silte e areia não são necessárias para o desenvolvimento da atividade, contudo podem ajudar na discussão, ou ainda para auxiliar no desenvolvimento da atividade com participantes que venham a ter menos sensibilidade na ponta dos dedos.

A primeira ação foi ver a textura com o solo seco, em seguida com um pouco de água para ver a pegajosidade, e por fim a plasticidade, considerando os referenciais do manual de campo de pedologia do IBGE (2015). Durante a manipulação das amostras de solo, os docentes indagaram o porquê de apresentarem texturas tão diferentes, ou ainda a que horizontes do solo pertenciam. Apesar da relutância de alguns professores em sujar as mãos, muito engajaram pela ludicidade da prática, e em especial, pelo desafio de fazer um cilindro ou uma minhoca longa e que não quebrasse (Figura 6). A indagação aumenta nessa parte da atividade, pois querem entender o porquê da amostra 1 tender a ter cilindros maiores, enquanto a 3 se quebra com mais facilidade.

Nesse ponto é necessário sinalizar que a totalidade dos docentes conseguiu aferir a textura correta dos solos, isso foi facilitado devido as granulometrias das amostras serem bem definidas, com altas porcentagens de argila nas amostras 1 e 2, e de areia na 3. Contudo, amostras com concentração mais equilibradas podem ser interessantes para observar a acuidade tátil dos participantes, e desenvolver até mesmo uma atividade lúdica com perspectivas competitivas e/ou colaborativas.

Em todos os polos iniciou-se um debate sobre como cada solo pode ser melhor utilizado considerando as características observadas, seja na construção civil e de rodovias, como agriculta e até mesmo arte. Algo que foi recorrente em todos os polos foi a relação direta entre o solo argiloso e indústria de olaria e cerâmica, e isto revela mais uma possibilidade de discussão sobre as características do solo em temáticas que não necessariamente são da geografia física ou ambientais, como setores produtivos, economia ou mesmo urbanização, vendo o solo no cotidiano e suas funções na prática dentro da perspectiva sociedade-natureza/natureza-sociedade, e pelo viés do raciocínio geográfico.



Fonte: Foto do autor (2022).

Figura 6. Cilindros feitos com as amostras nas escolas polo. A e B- Esc. Mun. Abílio Alencar; C- Esc. Mun. José Sobreiro; D - Esc. Mun. Manoel Chagas.

Elaboração de tintas

A cor do solo é um dos atributos morfológicos de grande importância para sua identificação, nessa atividade os professores e posteriormente os estudantes podem visualizar que o solo apresenta cores diferentes, tanto no que concerne a sua posição geográfica, como no perfil de solo (profundidade). E de forma simples, os professores e consequentemente os estudantes podem ver e entender os processos de formação das cores do solo. Uma vez que fatores como os minerais de origem, presença de matéria orgânica e mesmo a presença de água podem influenciar na sua coloração.

As atividades de elaboração de tintas e plasticidade, pegajosidade e textura estão relacionadas, pois a ação anterior trabalhou em como cada amostra apresenta uma característica distinta quando em contato com a água. E nesta parte da oficina estas propriedades são aplicadas novamente, pois os professores percebem que as amostras de solos com maior quantidade de argila (amostras 1 e 2) tendem a precisar de menos cola e são melhores para pintar. Enquanto as mais arenosas (amostra 3) precisam de muito mais cola e a cor não se desenvolve tanto, ficando mais clara.

Isso fez com que os próprios docentes articulassem melhor as proporções para cada amostra com base em suas propriedades físicas como pegajosidade, alterando as proporções 3:2:1 (solos, cola branca e água) citada anteriormente para o tom e forma que cada um desejava para realizar seus desenhos. O comando foi livre, que desenhassem algo com as tintas (Figura 7), trabalhar a questão de como própria humanidade usa de

diversos recursos para elaboração de tintas e colorantes, além de suscitar a possibilidade de relação com a Arte (visual) enquanto disciplina e campo de pesquisa.

Nesse sentido Vital *et al.* (2019) e Ferreira *et al.* (2021) destaca que a arte como proposta educativa é oportunizar a promoção e desenvolvimento de habilidades e aprimoramento das já existente nos estudantes, uma vez que o solo que compõem o ambiente natural e faz parte do cotidiano desses docentes e discentes assim como das pessoas destas comunidades. Além de que "a arte com solo é uma estratégia importante para essa proposta de popularização do ensino de solos" (VITAL *et al.*,2019) e trabalha a conscientização pedológica e sensibilização ambiental. Essa estratégia possibilita a ressignificação da atividade, uma vez que trabalha com o lúdico (FALCONI *et al.,* 2013), visto que os docentes fizeram diversos desenhos, desde corações e sol, até temáticas que envolviam a natureza como um perfil de solo, animais e vegetação.



Fonte: Autor (2022).

Figura 7. Desenhos feitos a partir de tintas à base de solo.

Constata-se, assim, que a construção do conhecimento acerca do "solo" vai sendo tecida tanto entre os professores, como entre os professores e seus alunos, evitando-se a disciplinarização, ou seja, normalização ou sistematização de se ensinar e aprender a temática "solo" (VITAL *et al.,* 2019; SILVA *et al*., 2019), pois o solo é um conteúdo de ordem interdisciplinar podendo ser trabalhado na Geografia e Ciências, para além das questões ambientais, podendo ser abordado através da História e das Artes, ao se pensar em como os primeiros povos que usavam os solos como base para elaboração de tintas.

Pós-oficina

Após a oficina conversou-se sobre as atividades e foi feito uma avaliação escrita sobre as atividades e se seria possível serem aplicadas, nesse sentido, elencam-se algumas respostas dadas pelos professores.

1. "Possibilitando novas atividades que poderão ser trabalhadas em sala de aula." (professora A);
2. "O tema contribui com atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula." (professor B);
3. "Vai contribuir em alguns objetos de conhecimento que posso associar à prática abordada na formação." (professora C).

Nesse caso ratifica-se que por mais que os encontros tenham uma temática geral, e as oficinas tenham atividades pré-elaboradas, as discussões, desenvolvimentos, desdobramentos e mesmo as ações propostas pelos professores variaram de acordo com a localidade. Alguns temas como a importância do estudo do solo e questões ambientais se repetiram, contudo em cada polo houve um viés diferente a ser abordado e que se relaciona intrinsecamente com a realidade de cada polo e consequentemente de cada escola que o professor trabalha, a exemplo disso, os professores mais próximos da área urbana tinham um viés voltado para os impactos da urbanização, enquanto os mais distantes relacionaram os conteúdos/objetos do conhecimento às dinâmicas e processos naturais, não necessariamente relacionadas às intervenções antrópicas.

O que reitera como o solo pode ser trabalhado de diversas formas e perspectivas, indo além de aspectos de caracterização natural ou de aspectos ambientais, mas podendo ser abordado em outros assuntos como economia, demografia, urbanização e agricultura. Além das possibilidades com a História ao se comparar as civilizações que se desenvolveram sobre os solos férteis de terras de várzea como Egito com e rio Nilo, e Mesopotâmia com os rios Tigre e Eufrates. Ou ainda o diálogo com Arte e História e as pinturas rupestres, primeiras tintas feitas pelos homens a base de solo ou mesmo a olaria e cerâmica com a criação de vasos e relíquias com base na argila, um dos componentes do solo, entre outros pontos de contato com componentes curriculares.

Observou-se que apesar dos professores terem o arcabouço teórico, em maior ou menor grau, as atividades foram bem aceitas, em especial, pela transposição didática, vinculando às propostas ao currículo (BNCC e CEM-Manaus), exemplificando as possibilidades curriculares para além das habilidades e objetos do conhecimento que apresentam a palavra solo, como outras, exemplificadas no Quadro 2.

Além disso, foram realizadas propostas e adaptações vindas das realidades específicas dos professores, não apenas dos polos, mas de suas escolas, algo que foi discutido durante todo o processo formativo. Visto que o contexto rodoviário, ribeirinho do rio Negro e ribeirinho do rio Amazonas são distintos da perspectiva urbana e entre si, uma vez que estes últimos apresentam calendários próprios considerando as dinâmicas de cheia e vazantes dos seus respectivos rios.

Coadunando com o Vasconcelos (2017) e Frota Filho e Fontes (2021) ao explicar que a formação continuada de profissionais da educação, em especial fora do contexto urbano, fundamenta e revisita as teorias, metodologias e recursos centrados em práticas pedagógicas que possibilitam desenvolver estratégias e meios educativos que promovam a integração do saber tradicional ao saber científico, assim como ao cotidiano no/do campo.

Quadro 3. Principais competências e habilidades da Geografia EF – Anos Finais que podem ser trabalhadas na perspectiva do ensino de solos.

1. Utilizar os conhecimentos geográficos para entender a interação sociedade/natureza e exercitar o interesse e o espírito de investigação e de resolução de problemas. 2. Estabelecer conexões entre diferentes temas do conhecimento geográfico, reconhecendo a importância dos objetos técnicos para a compreensão das formas como os seres humanos fazem uso dos recursos da natureza ao longo da história. 5. Desenvolver e utilizar processos, práticas e procedimentos de investigação o para compreender o mundo natural, social, econômico, político e o meio técnico-científico e informacional, avaliar ações e propor perguntas e soluções (inclusive tecnológicas) para questões que requerem conhecimentos científicos da Geografia. 6. Construir argumentos com base em informações geográficas, debater e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o respeito à biodiversidade e ao outro, sem preconceitos de qualquer natureza.	**(EF06GE02)** Analisar modificações de paisagens por diferentes tipos de sociedade, com destaque para os povos originários. **(EF06GE03)** Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos. **(EF06GE04)** Descrever o ciclo da água, comparando o escoamento superficial no ambiente urbano e rural, reconhecendo os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas e a sua localização no modelado da superfície terrestre e da cobertura vegetal. **(EF06GE05)** Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais. **(EF06GE06)** Identificar as características das paisagens transformadas pelo trabalho humano a partir do desenvolvimento da agropecuária e do processo de industrialização. **(EF06GE09)** Elaborar modelos tridimensionais, blocos-diagramas e perfis topográficos e de vegetação, visando à representação de elementos e estruturas da superfície terrestre. **(EF06GE10)** Explicar as diferentes formas de uso do solo (rotação de terras, terraceamento, aterros etc.) e de apropriação dos recursos hídricos (sistema de irrigação, tratamento e redes de distribuição), bem como suas vantagens e desvantagens em diferentes épocas e lugares. **(EF06GE11)** Analisar distintas interações das sociedades com a natureza, com base na distribuição dos componentes físico-naturais, incluindo as transformações da biodiversidade local e do mundo. **(EF07GE03)** Selecionar argumentos que reconheçam as territorialidades dos povos indígenas originários, das comunidades remanescentes de quilombos, de povos das florestas e do cerrado, de ribeirinhos e caiçaras, entre outros grupos sociais do campo e da cidade, como direitos legais dessas comunidades. **(EF07GE06)** Discutir em que medida a produção, a circulação e o consumo de mercadorias provocam impactos ambientais, assim como influem na distribuição de riquezas, em diferentes lugares. **(EF07GE11)** Caracterizar dinâmicas dos componentes físico-naturais no território nacional, bem como sua distribuição e biodiversidade (Florestas Tropicais, Cerrados, Caatingas, Campos Sulinos e Matas de Araucária). **(EF07GE12)** Comparar unidades de conservação existentes no Município de residência e em outras localidades brasileiras, com base na organização do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). **(EF08GE23)** Identificar paisagens da América Latina e associá-las, por meio da cartografia, aos diferentes povos da região, com base em aspectos da geomorfologia, da biogeografia e da climatologia. **(EF08GE24)** Analisar as principais características produtivas dos países latino-americanos (como exploração mineral na Venezuela; agricultura de alta especialização e exploração mineira no Chile; circuito da carne nos pampas argentinos e no Brasil; circuito da cana-de-açúcar em Cuba; polígono industrial do sudeste brasileiro e plantações de soja no centro-oeste; maquiladoras mexicanas, entre outros). **(EF09GE04)** Relacionar diferenças de paisagens aos modos de viver de diferentes povos na Europa, Ásia e Oceania, valorizando identidades e interculturalidades regionais. **(EF09GE17)** Explicar as características físico-naturais e a forma de ocupação e usos da terra em diferentes regiões da Europa, da Ásia e da Oceania.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2019). Organização do autor (2022).

Falcolni *et al.,* (2013) indica que quaisquer atividades alcancem sua finalidade, e nesse caso, a educação de solos e conscientização pedológica, tais projetos didáticos "devem ser avaliados, revistos, caso seja necessário e sempre acompanhados por material teórico de apoio, de outra forma, esses recursos perdem seu significado". Uma consideração necessária feita pelos autores, visto que nem todas as escolas têm contexto propício para elaboração de materiais didáticos refinados ou tecnológicos, o que por sua vez mostra tanto a importância da formação continuada de professores como a da própria oficina por trabalhar com materiais práticos e de fácil acesso.

A se considerar os dados disponíveis pelo QEdu (2021), cerca de 4.130 discentes são atingidos indiretamente pela formação continuada. O que mostra a importância da formação continuada, e o alcance que a oficina de solos pode ter. Todos os docentes das escolas da rodoviária e ribeirinhas foram convidados a esta ação, contudo sabe-se que por diversas razões nem todos puderam participar, nisto incluísse a dificuldade de deslocamento para as escolas polo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações e propostas na área de educação de/sobre solos estão se desenvolvendo nas universidades, centros de pesquisa, centros de formação de professores, e mais importante, nas próprias escolas. Isso mostra tanto o avanço dos estudos sobre a Geografia Física no âmbito escolar, como um aprofundamento sobre o currículo e como explorá-lo para além do texto, pensando no seu contexto e na realidade em que se desenvolve.

A proposta da oficina de solos foi promover a "Consciência pedológica", visto que esta germina do processo de entendimento da importância do solo, e mais significativo da apreensão sobre como este é útil à sociedade, seja pelos seus serviços ecossistêmicos, como pela sensibilização ambiental, e da relação natureza-sociedade/sociedade-natureza, conceito tão caro à Geografia.

Por meio das vivências com os docentes durante os encontros de formação continuada de professores, observou-se o interesse deles acerca do tema, devido aos diálogos e o mais importante trazendo tanto algo prático, próximo à realidade deles e de seus alunos, como a aplicação do conhecimento de sala de aula na vida dos estudantes e mesmo dos professores. Isso pode gerar uma perspectiva crítica sobre o papel dos solos na sociedade, com conceitos alicerçados na realidade do cotidiano.

Visto que a intenção não é fazer um curso de Pedologia na Educação Básica, e sim desenvolver os conteúdos de solos que tem poucos espaços, além de mostrar como ele pode ser contextualizado dentro de outros assunto e temáticas. Assim, o solo torna-se um vetor para o desenvolvimento de múltiplas temáticas, não apenas na Geografia como em outros componentes curriculares.

Reitera-se quanto o projeto de formação continuada é maior, e permite a interação com outras temáticas, em outros encontros. Enfim, esta ação com os professores, o debate de conceitos, recursos e metodologias podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem,

fazendo com que tanto docentes quanto estudantes venham a se beneficiar em suas aulas (práticas e/ou teóricas) sobre assuntos que envolvam solos, ainda que indiretamente, e não apenas numa visão disciplinar, como multi ou mesmo interdisciplinar, multirreferencial e colaborativa na formação de cidadãos que façam uso adequado dos solos que estão ainda ao seu dispor para deles aproveitar todos os seus benefícios de forma sustentável.

NOTAS

2 Os serviços ecossistêmicos podem ser divididos em quatro categorias: provisão/abastecimento, regulação, culturais e de suporte. E os exemplos de serviços que o solo provem são: 1) provisão/abastecimento: agricultura; 2) regulação: regulação climática e de enchentes; 3) culturais: herança cultural (terra preta de índio), recreação, aspecto espiritual, religioso e educacional e; 4) suporte: base para infraestrutura humana, ciclagem de nutrientes.
3 Fonte: <https://novo.qedu.org.br/municipio/1302603-manaus>.
4 Fonte: <https://www.escol.as/escolas/search?utf8=%E2%9C%93&q=manaus&city_id=112&proximity_id=352052&category_ids=15&dependencia%5B%5D=municipal>.
5 Código alfanumérico:EF06GE05 o primeiro par de letras: EF, corresponde à etapa do Ensino Fundamental; o primeiro par de números: 06 indica o ano (01 a 09) a que se refere à habilidade, no caso de Geografia (GE) ou Ciências (CI).
6 Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95015.pdf>.
7 Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/>.
8 Igapó para áreas inundáveis por rios de água preta.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, B., GUIMARÃES, C. C. B., PUCCI, R. H. P., & AZEVEDO, A. C. DE. (2021). Propostas alternativas para demonstrações práticas do tema Solos no contexto da Base Nacional Comum Curricular. **Terræ Didática**, 17(Publ. Contínua), 1-15, e021016. DOI: 10.20396/td.v17i00.8664132.

BARBOSA NETO, M. V., Pessôa, A. L. C. B, Silva, D. F., & do Nascimento, D. S. SOLOS, APRENDER E CONSERVAR: PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO EM SOLOS ATRAVÉS DE OFICINAS ITINERANTES EM ESCOLAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM ÁREAS URBANAS E RURAIS. **Revista Caravana**, v. 4, n. 2, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 4 set. 2019.

CARMO, W. R. **Cartografia Tátil Escolar**: experiências com a construção de materiais didáticos e com a formação continuada de professores. São Paulo, 2010 Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografi a, FFLCH, Universidade de São Paulo. 123 p.

CASTELLAR, S. M. VANZELLA. O ensino de geografia e a formação docente. In: Ana Maria Carvalho Pessoa. (Org.). **Formação de professores**: articulando os conteúdos específicos. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003, v, p. 114-134.

COSTA, L. G. (2021). Educação do campo das águas e das florestas: uma reflexão sobre a formação de professores no contexto amazônico. **Brazilian Journal of Development**, *7*(4), 34331-34342.

FAO ITPS. (2015). **Status of the World's Soil Resources (SWSR)**. Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Status of the World's Soil Resources: Main Report (fao.org). Disponível em: <http:// www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>.

FALCONI, Simone; DE TOLEDO, Maria Cristina Motta; CAZETTA, Valéria. A contribuição do cotidiano escolar para a prática de atividades investigativas no ensino de solos. **Terra e Didática**, v. 9, n. 2, p. 82-93, 2013.

FERREIRA, V. G. S., FARIAS FILHO, M. S., DA SILVA RODRIGUES, W., & JÚNIOR, A. R. G. (2021). Conhecimento em solo como abordagem da educação ambiental na rede de ensino básico em São Luís-MA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, *23*, 27-37.

FROTA FILHO, A. B. **Alterações antropogênicas na geomorfologia e suas influências na aceleração dos processos erosivos, bacia hidrográfica colônia Antônio Aleixo, Manaus-AM**. 2021. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências – IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

FROTA FILHO A. B., FONTES T. F. Ensino de Solos na perspectiva da formação continuada de professores do ensino fundamental: uma visão geográfica. **Anais do XIV ENANPEGE...** Campina Grande: Realize Editora, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 428 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

LOUZADA C.O.; FROTA FILHO, A. B. (2017). Metodologias para o ensino de geografia física. **Geosaberes**: Revista de Estudos Geoeducacionais, p. 75-84.

NUNES, M. S., AZEVEDO, R. J. G., SILVA, P. E. A. B. A abordagem de conteúdos relativos à ciência dos solos em livros didáticos de geografia para o Ensino Médio. (In): **Revista de Geografia** – PPGEO – UFJF, v. 6, n. 3, p.271-281, 2016.

NUNES, M. S., da Cruz, J. P. M., & da Silva, P. E. A. B. O ensino de solos na base nacional comum curricular. In: **XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia 2021**.

PEREIRA, L.S., FROTA FILHO, A.B., RODRIGUES, A.M., GUERRA, A.J.T., OLIVEIRA, M.C. Perfil de solo como ferramenta para a educação ambiental. **XII SINAGEO** - Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira, 2018.

PERUSI, M. C.; SENA, C. C. R. G. de. Educação em solos, educação ambiental inclusiva e formação continuada de professores: múltiplos aspectos do saber geográfico. **Revista Entre-Lugar**, *[S. l.]*, v. 3, n. 6, p. 153–164, 2012. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2452>. Acesso em: 1 jun. 2022.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A.,

LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. (2018). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, J. D. dos, &Catuzzo, H. (2020). O chão que você pisa: práticas itinerantes para o ensino de solos. **TerræDidatica**, 16, 1-14, e20004. DOI: 10.20396/ td.v16i0.8657202.

SILVA, J. P., FERREIRA, M. M. G., DE MEDEIROS, K. J. P., & RODRIGUES, H. C. (2019). As cores da mãe terra: produção de tintas ecológicas feitas a base de solo para o desenvolvimento de ambientes sustentáveis. **Brazilian Applied Science Review**, 3(5), 2221-2232.

TEIXEIRA, P.C.; Donagema, G.K.; Fontana, A. & Teixeira, W.G. (2017) – **Manual de métodos de análise do solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 573 p.

VASCONCELOS, Maria Eliane de Oliveira. **Educação do campo no Amazonas**: história e diálogos com as territorialidades das águas, das terras e das florestas. Orientador: Salomão Antônio Mufarrej Hage. 2017. 297 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Belém, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10913>. Acesso em: 7maio. 2022

VITAL A. D. F. M., Barbosa, I. S., Dourado, M. T. F., Araújo, J. M. M., & Emídio, R. A. (2019). Arte com terra como inovação para o ensino de solos. In: **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências.**

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4020

FENÔMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS DE ENCHENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEGREDO EM CAMPO GRANDE – MS - BRASIL

HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA OF FLOODS IN THE SEGREDO WATERSHED IN CAMPO GRANDE - MS – BRAZIL

PHÉNOMÈNES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES DES INONDATIONS DANS LE BASSIN VERSANT SEGREDO DE CAMPO GRANDE - MS – BRÉSIL

Rejane Alves Félix[1]

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo analisar a Bacia Hidrográfica do Segredo e seus casos de enchentes e alagamentos ocorridos em Campo Grande – MS no período entre 2000 e 2021. Para tanto, foram realizadas pesquisa bibliográfica e de campo. Observou-se que as enchentes e alagamentos ocorrem todas as vezes em que Campo Grande registra altos índices pluviométricos. Percebe-se que nem sempre a intensidade da chuva é a principal causa dessas enchentes, mas sim sua constância, as condições topográficas da Bacia Hidrográfica do Segredo e a antropização. Percebeu-se através desse estudo que essas ações humanas, que visam o avanço, a urbanização e a modernidade têm modificado o entorno dessa bacia e que a mesma vem sofrendo constantemente com mudanças ambientais relativas aos processos de uso e ocupação e que ações efetivas de planejamento e controle são urgentes para a minimização dos problemas recorrentes.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Enchentes. Alagamentos. Antropização.

Abstract: This work aimed to analyze the Segredo Hydrographic Basin and its cases of floods and flooding that occurred in Campo Grande - MS in the period between 2000 and 2021. For this, bibliographic and field research was carried out. It was observed that floods and floods occur every time Campo Grande records high rainfall rates. It is perceived that the intensity of rain is not always the main cause of these floods, but rather their constancy, the topographic conditions of the Segredo Hydrographic Basin

1 Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Unidade Aquidauana – CPAQ. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1910-5959. Lattes: http://lattes.cnpq.br/9121640074958972. E-mail: rejane.geo.2015@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

and anthropization. It was noticed through this study that these human actions, which aim at advancement, urbanization and modernity have changed the surroundings of this basin and that it has been constantly suffering with environmental changes related to the processes of use and occupation and that effective planning and control actions are urgent to minimize recurrent problems.

Keywords: Hydrographic Basin. Floods. Flooding. Anthropization.

RÉSUMÉ: Ce travail visait à analyser le bassin hydrographique de Segredo et ses cas d'inondations et d'inondations survenues à Campo Grande - MS entre 2000 et 2021. Pour cela, des recherches bibliographiques et de terrain ont été effectuées. Il a été observé que des inondations et des inondations se produisent chaque fois que Campo Grande enregistre des taux de précipitations élevés. On perçoit que l'intensité des pluies n'est pas toujours la cause principale de ces inondations, mais plutôt leur constance, les conditions topographiques du bassin hydrographique du Segredo et l'anthropisation. Il a été perçu à travers cette étude que ces actions humaines, qui visent l'avancement, l'urbanisation et la modernité ont modifié l'environnement de ce bassin et qu'il a constamment souffert de changements environnementaux liés aux processus d'utilisation et d'occupation et que des actions de planification et de contrôle efficaces sont urgentes pour minimiser les problèmes récurrents.

Mots-clés: Bassin versant. Inondations. Inondations. Anthropisation.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho versa sobre a Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo, localizada na porção norte da área urbana do Município de Campo Grande, com ênfase nos recorrentes casos de enchentes e alagamentos dos últimos anos.

A partir de algumas análises realizadas e leituras de documentos oficiais, identificou-se que esses casos de enchentes e alagamentos vêm ocorrendo há décadas, alterando a paisagem e impactando a população do entorno de alguns cursos de água, como por exemplo, o Córrego Maracaju, que devido aos casos de enchentes, foi canalizado como medida emergencial, com a finalidade de erradicar esses eventos.

De fato a canalização do Córrego Maracaju surtiu efeito para a atual Rua Maracaju, porém, as obras realizadas nesse processo de canalização, fez com que seus meandros deixassem de existir e suas águas fossem direcionadas através de canalizações, diretamente ao Córrego Segredo, que nos dias de grande índice pluviométrico, acaba por não suportar o seu próprio volume de água oriundo de sua nascente e demais ligações de águas pluviais em todo o seu curso, e ainda, toda a água acrescida do Córrego Maracaju que por sua vez é despejada com maior intensidade, devido às águas pluviais que são direcionadas através de obras infraestruturais para desembocarem diretamente no leito do Córrego Maracaju e consequentemente no Córrego Segredo.

Importante ressaltar que Bacia Hidrográfica do Segredo é composta pelos córregos Segredo, Maracaju, Seminário e Cascudo, porém apenas o canal do Córrego Segredo pode ser observado nas ruas de Campo Grande. Sendo assim, identifica-se que tanto o Córrego Cascudo, quanto o Córrego Seminário também foram direcionados para o curso do Córrego Segredo, e assim, consequentemente, aumentando o volume de água que percorre toda sua extensão até chegar à sua confluência ao Córrego Prosa, no marco zero da cidade, conhecido como "Monumento Carro de Bois", onde ocorre o surgimento do Rio Anhanduí após a união das águas do Córrego Prosa com as águas do Córrego Segredo.

O objetivo geral analisar os pontos de enchentes, transbordamentos e alagamentos na Bacia Hidrográfica do Segredo, com a intencionalidade de destacar e descrever as principais mudanças socioambientais ocorridas a partir dos processos de expansão urbana entre os anos de 2000 e 2021.

Os objetivos específicos nortearam o trabalho da seguinte forma:

•Mapeando a área e descrever as características físicas, sociais e econômicas da Bacia Hidrográfica do Segredo;

•Verificando e analisando a evolução da dinâmica territorial e populacional ocorrida entre os anos de 2000 e 2021

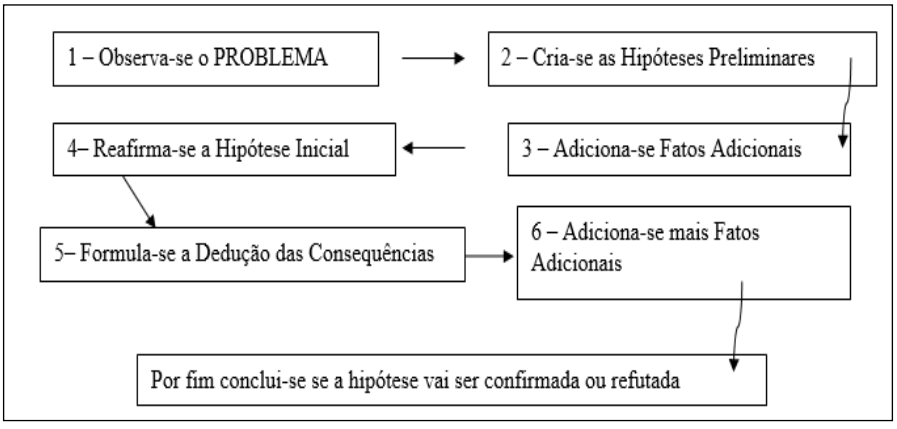
• Identificando as causas e as consequências das enchentes e alagamentos que ocorrem no trecho urbano da Bacia Hidrográfica do Segredo;

• Discorrendo sobre os pontos de enchentes e alagamentos ocorridos no período;

• Sugerindo possíveis medidas que possam vir a ser adotadas para solucionar a problemática.

Na busca em se alcançar as respostas para a hipótese inicial deste projeto, percebeu-se ao ler o livro Fundamentos de Metodologia Científica Lakatos e Marconi (2003), que o método que se encaixaria para a obtenção dessas respostas seria o Método Hipotético Dedutivo. As autoras Lakatos e Marconi (2003), abordam quatro formas de abordar esse método utilizando ideias centrais de Copi.

Lakatos e Marconi (2003), explicam a ideia de Copi de acordo com a Figura 1 a seguir que demonstra passo a passo os critérios que devem ser seguidos nesse método.



Fonte: Lakatos e Marconi (2003). Figura elaborada pela Autora (2020).

Figura 1. Etapas Adaptadas para a análise desse objeto de estudo através do Método Hipotético Dedutivo.

Para a realização da pesquisa, seguiu-se duas etapas, sendo a primeira composta pelo Levantamento Bibliográfico e a segunda composta pela Pesquisa de Campo como pode ser visto a seguir:

• **Levantamento Bibliográfico:** Nesta etapa, foi construído todo o aporte teórico utilizando-se de algumas fontes oficiais, precisas, relevantes e confiáveis, tendo como aporte bibliográfico: documentos oficiais da Prefeitura Municipal de Campo Grande - MS, informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), informações da Agência Nacional de Águas (ANA), fotografias, informações de sites jornalísticos, revistas do Arquivo Histórico de Campo Grande (ARCA), livros, artigos científicos publicados, mapas, o Plano Municipal de Saneamento Básico, o Plano Diretor de Drenagem Urbana, a Carta Geotécnica de 1997 e o Perfil Socioeconômico de Campo Grande, além de outras publicações científicas sobre o assunto.

• **Pesquisa de Campo:** Nesta fase foram realizadas visitas técnicas com a finalidade de identificar os problemas ambientais existentes. Para registrar os problemas ambientais encontrados, utilizou-se o celular para fotografar e bloco de notas.

De acordo com dados preliminares, iniciou-se a análise de forma simples, sendo aprofundada conforme as situações, ideias e hipóteses que foram surgindo. Dessa forma, para melhor compreender a área em estudo, buscou-se caracterizar alguns fatos históricos importantes para a sua dinâmica e evolução.

Para relacionar os eventos pluviométricos que causaram as enchentes utilizou-se o monitoramento das previsões do tempo; os alertas de tempestades enviados pela Defesa Civil; acompanhando os dados coletados diariamente pela AGRAER e INMET e também o senso comum, observando as variações no tempo que indicavam que uma chuva poderia ocorrer.

FATOS IMPORTANTES NA DINÂMICA E EVOLUÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A priori, destaca-se que a rede fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo é composta pelos córregos Segredo, Maracaju, Seminário e Cascudo.

Segundo o Relatório Anual de Monitoramento do Programa Córrego Limpo e Qualidade das Águas Superficiais de Campo Grande – MS (2018), o Córrego Maracaju é uns dos córregos do Município de Campo Grande que se encontra totalmente canalizado, tendo seu início no entorno da Vila Rosa (Avenida Mato Grosso e Rua Bahia), desaguando no Córrego Segredo na Avenida Ernesto Geisel.

Já o Córrego Cascudo possui sua nascente localizada próximo ao residencial Monte Castelo, seguindo canalizado até o cruzamento da Avenida Rachid Neder com a Rua 14 de Julho.

Entende-se que os cursos dos Córregos Maracaju, Seminário e Cascudo foram canalizados, à priori, com a finalidade urbanística e também com o objetivo de acabar com os recorrentes transbordamentos que ocorriam nessas localidades.

Segundo o Arquivo Histórico de Campo Grande (ARCA, 2009. p. 22), o córrego Maracaju foi totalmente canalizado em 1971, mudando totalmente a aparência da rua que era dividida ao meio por ele.

A Figura 2 representa a Rua Maracaju, na esquina com a Rua Treze de Maio na década de 1970, antes da canalização do córrego que o deixou subterrâneo.



Fonte: ARCA (2009, p. 29).

Figura 2. Rua Maracaju, esquina com Rua 13 de Maio.

Identifica-se através dessa imagem que o Córrego Maracaju representava um fundo de vale que devido os adventos das enchentes, o mesmo precisou ser canalizado, pois quando esse evento hidrometeorológico ocorria, causava transtornos e prejuízos à população.

A medida escolhida como ideal para erradicar esses eventos de enchentes e alagamentos na época, foi canalizar o canal do córrego fazendo com que o mesmo ficasse subterrâneo, porém garantindo que o curso de suas águas encontrasse o Córrego Segredo na Avenida Presidente Ernesto Geisel.

A Figura 3 demonstra um registro de um dos inúmeros casos de enchentes em Campo Grande – MS, principalmente no encontro da Rua Rachid Neder com a Avenida Presidente Ernesto Geisel e a Rua Euller de Azevedo, também no encontro com a Ernesto Geisel haja vista que é esta avenida que margeia o Córrego Segredo.



Fonte: Jornal Eletrônico G1 (2018).

Figura 3. Enchente Córrego Segredo na Rotatória da Rua Rachid Neder com a Avenida Presidente Ernesto Geisel em 03/10/2018.

Oliveira e Feitosa (2015) além de citar em seus escritos os efeitos da enchente, destacam os córregos ocultos em Campo Grande, dando destaque ao córrego Maracaju.

Afirmam que:

> Quando o desenvolvimento urbano começou, as ruas do entorno da Estação Ferroviária, na região Central, começaram a ganhar casas e comércio. A Rua Maracaju, por exemplo, era uma das preferidas. No local há um córrego, que antes era aberto. Segundo relatos históricos, quando chovia o córrego transformava a via em um verdadeiro rio. [...] Na década de 70, o córrego Maracaju foi tubulado em toda a sua extensão, entre a nascente na Vila Rosa e a sua desembocadura no Córrego Segredo, de acordo com o doutor em Geografia, Mauro Soares. "Assim também aconteceu com o Cascudo, que fica na região do Bairro São Francisco", explica o professor de mestrado e doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Uniderp/Anhanguera. [...] Segundo ele, o desenvolvimento da cidade aconteceu no meio da bacia. O córrego Maracaju e o Cascudo estão abaixo da construção. "Com a tubulação foi tirado os braços que minimizavam a quantidade de água que chegaria nos principais canais, como no Rio Anhanduí", destaca. A solução encontrada na época é um dos motivos de alagamento na Ernesto Geisel. (OLIVEIRA; FEITOSA, 2015).

A ação adotada na Rua Maracaju surtiu efeito e desde então, não houve mais registros nem relatos de enchentes em toda a sua extensão. Em contra partida, o Córrego Segredo, margeado pela Avenida Presidente Ernesto Geisel, passou a receber todo o volume de águas do córrego Maracaju, que com o processo de canalização, permitiu e ainda permite que suas águas ganhem fluidez e rapidez em todo o seu leito, desembocando de forma ávida no leito do Córrego Segredo nos dias chuvosos.

Com isso, o Córrego Segredo além de seguir seu percurso com suas águas, precisou se adaptar a essa transformação, onde recebeu as águas do córrego Maracaju com mais intensidade, sem contar as águas pluviais que são destinadas à ele nas redes coletoras instaladas na cidade.

Segundo Midiamax (2014):

> Dados históricos guardados no Arca (Arquivo Histórico de Campo Grande) revelam todo o estrago que o córrego fazia. Um texto do engenheiro agrônomo Felipe Augusto Dias lembra que as inundações ocorreram por causa da urbanização incorreta do vale do córrego. Uma das nascentes do Maracaju ficava na rua com o mesmo nome, entre as ruas 13 de Junho, Antônio Maria Coelho e Doutor Arthur Jorge, onde hoje está localizado um hipermercado. (MIDIAMAX, 2014).

Oliveira e Feitosa (2015), também dão destaque para a obra de canalização do Córrego Cascudo que assim como o Maracaju, foi canalizado, porém esse, cuja nascente está localizada onde é o atual Bairro São Francisco, foi canalizado e segundo as autoras, suas águas percorrem a Avenida Rachid Neder até desembocar no córrego Segredo.

Por estar localizado principalmente na área central, o Córrego Segredo sofre influência da ação antrópica. O elevado índice de crescimento populacional registrado nos últimos anos na cidade e a partir de suas margens, fez com que os órgãos competentes começassem a modificar as áreas de seu entorno para que ele se adequasse às novas necessidades humanas, como por exemplo, a criação de novas avenidas e moradias.

A cidade de Campo Grande cresce a cada ano, e esse aumento expressivo na população favoreceu o mercado imobiliário que investiu na construção de novos empreendimentos para atender à demanda, consequentemente aumentou-se o número de avenidas pavimentadas e o despejo irregular de efluentes domésticos e comerciais nos córregos da cidade.

De acordo com levantamento realizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) referente às águas superficiais de Campo Grande em 2009, as cabeceiras do Córrego Segredo, onde estão localizadas as nascentes, se situam na porção norte da área urbana do município.

Destacam que:

> A porção norte da microbacia, próxima às nascentes, possui uma ocupação marcada por uso tradicionalmente rural [...] Parte dos bairros localizados nessa região ainda não teve implantada rede coletora de esgoto. Apresenta uma alta densidade populacional.
>
> [...] A porção sul da microbacia, localiza-se no centro da cidade, contendo características de zona de alta densidade populacional. Neste trecho, o córrego foi canalizado e pode-se identificar diversas ligações clandestinas de esgoto, sendo elas diretamente no córrego ou na galeria de águas pluviais. [...] Os principais contribuintes da microbacia do Segredo, na área urbana de Campo Grande, são os córregos: Segredo, Seminário, Cascudo, Furtuoso e Maracaju. [...] A montante do trecho canalizado, o córrego Segredo recebe o lançamento dos esgotos tratados na ETE Vale do Sol [...] (CAMPO GRANDE/MS, 2009).

Segundo o Relatório Anual de Monitoramento do Programa Córrego Limpo e Qualidade das Águas Superficiais de Campo Grande – MS (2018) *a "microbacia do Segredo é composta pela drenagem dos córregos Cascudo, Maracajú, Segredo e Seminário, dentre outros pequenos braços não nomeados".*

Destacam que existe o monitoramento da qualidade da água nesta microbacia (que não recebe contribuição de nenhuma outra).

Explicam que esse monitoramento ocorre a partir de dez pontos de amostragem, distribuídos na microbacia, sendo sete pontos distribuídos no córrego Segredo, um ponto no córrego Maracajú e dois pontos no córrego Cascudo.

O Relatório destaca ainda que essa bacia é considerada uma área prioritária para ações do programa córrego limpo, pois apresenta dois pontos com a classificação de água com conceito ruim.

Foi também identificado que após as vistorias realizadas que existiam irregularidades nas ligações da rede de esgoto, onde o mesmo era direcionado para bocas de lobo, desaguando diretamente no leito do córrego segredo, possibilitando assim a contaminação de suas águas.

Segundo Campo Grande (2020) o município de Campo Grande está localizado geograficamente na porção central de Mato Grosso do Sul, ocupando 2,26% da área total do Estado, equivalente a 8.092,95 km².

Quanto a sua população, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, baseando-se no último censo realizado em 2010, estima população de 2020 de aproximadamente 906.092 habitantes, sendo computado em 2010 um quantitativo de 786.797 de pessoas. (BRASIL, 2021).

Segundo Campo Grande (2019) a Geologia do município é bem rica, estando situada sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, com arcabouço geológico constituído pelos seguintes litotipos: Formação Botucatu e Formação Serra Geral pertencentes ao Grupo São Bento e a Formação Caiuá do Grupo Bauru.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 1999) o Grupo São Bento é constituído por arenitos eólicos, diques e derrames basálticos com arenitos intercalados.

O CPRM destaca que:

> White (1906) usou pela primeira vez o termo Série São Bento para designar as rochas eruptivas da Serra Geral, a grês São Bento e as camadas vermelhas do rio do Rastro, correspondendo, respectivamente, às formações Serra Geral, Botucatu e Rio do Rastro. Washburne (1930) colocou no topo da Série São Bento os arenitos Caiuá. Almeida (1956) con siderou como Série São Bento os arenitos eólicos Botucatu e as lavas eruptivas Serra Geral, interpretação esta mais aceita atualmente por que inclui tanto os arenitos intercalados nos basaltos quanto os diques de diabásio (canais de alimentação dos derrames). Recobre aproximadamente 40% da Folha Campo Grande, ocorrendo em toda sua extensão. (CPRM, 1999. p. 28).

Quanto à Formação Botucatu (JKb) CPRM (1999) considera que:

> Corrêa *et al.* (1976) identificaram e mapearam os arenitos Botucatu em grande parte da orla ocidental da Bacia do Paraná, inclusive em uma faixa de direção nordeste-sudoeste, de aproximadamente 20km de largura por 38km de extensão, no limite norte da folha. [...] Possui sedimentação eólicatípica, caracterizada por estratificações tangenciais de médio a grande porte, marcas onduladas assimétricas com diferentes orientações, laminações cavalgantes transladantes, estruturas *Grain Fall (*queda de grãos) e *Grain Flow* (fluxo de grãos) e grãos bem selecionados contendo pouca matriz, cuja cor vermelha indica oxidação secundária. Normalmente encontram-se friáveis, embora, localmente possam estar muito silicificados, em razão do que adquirem grande resistência, [...] apresenta deformações e metamorfismo dinâmico ao longo de falhamentos. Através da

> coluna ocorrem, esporadicamente camadas de arenitos finos, siltitos e argilitos, com laminações plano- paralelas e estratificações cruzadas, caracterizando regiões de interdunas. Considera-se que sua de posição tenha se dado no Juro-Cretáceo cujo ambiente teria persistido inclusive durante o extravasamento das lavas da Formação Serra Geral, no Cretáceo. (CPRM, 1999. p. 29).

Quanto à Formação Serra Geral (Ksg) CPRM (1999) explica que a *"designação Serra Geral deve-se a White (1906) que, em estudos realizados em Santa Catarina, correlacionou-a aos basaltos e diabásios da África do Sul"*.

Destacam que *"Leinz (1949), Almeida (1956) e Beurlen (l956) desenvolveram estudos específicos sobre esses derrames basálticos da referida formação"*.

> A Formação Serra Geral constitui a subdivisão superior do Grupo São Bento, da Bacia do Paraná, representando o mais expressivo vulcanismo basáltico da América do Sul, tanto em extensão quanto em volume. Ocupa toda a porção centro-meridional do Brasil e, inclusive grande parte de países limítrofes (Argentina, Paraguai e Uruguai). [...] Recobre 30% da folha, estendendo-se por toda sua porção centro-leste sob a forma de amplos platôs, caracterizados por solos argilosos vermelhos, de grande fertilidade. (CPRM, 1999. p. 29).

Quanto aos litótipos, destacam que são tipicamente *"basaltos finos, afaníticos de cor verdeada, constituídos essencialmente por feldspatos e máficos, ocorrendo numa sucessão de derrames e, às vezes com lentes de arenitos intercalados"*.

Já em estruturas do tipo vesículas e/ou amígdalas CPRM (1999) considera ser comum ocorrer a formação de drusas de quartzo e geodos de zeólitas, podendo também originar uma zona com disjunção colunar e horizontal.

Afirmam que:

> É aceito que a ascensão de um magma, gerado em grande profundidade no manto, teria se dado através de extenso vulcanismo fissural, que proporcionou o extravasamento de lavas básicas em toda a área da Bacia do Paraná, em época de clima desértico (intercalação com a Formação Botucatu). O caráter cíclico dos derrames, caracterizado por períodos de paroxismo intercalados com outros de total inatividade ígnea, é testemunhado pela sedimentação Botucatu, cujos arenitos estão intertrapeados aos basaltos. (CPRM, 1999. p. 29).

Destacam que esses basaltos de coloração cinza afloram na descida da Serra de Maracaju (BR- 267) entre os municípios de Maracaju e Jardim e que apresentam *"amígdalas preenchidas por material verde silicoso, revelando textura subofítica inequigranular fina e que se constitui essencialmente por plagioclásio An50 (43%), clinopiroxênios (36%), opacos (12%) e acessórios"*.

> [...] O plagioclásio ocorre em prismas ripiformes idiomórficos, geminados segundo a Lei da Albita e Albita Carlsbad, e, também, sob a forma de micrólitos associados a sílica cripto cristalina e clorita. O clinopiroxênio é tabular euédrico e ocupa espaços in tersticiais aos prismas de plagioclásio. Os opacos são abundantes, em cristais ripiformes alongados que evidenciam oxidação parcial com liberação de hidróxidos vermelhos de ferro. As amígdalas estão preenchi das por material verde alterado. (CPRM, 1999. p. 29).

O Serviço Geológico do Brasil ressalta ainda que nesse *"mesmo local foram observados fragmentos de arenitos inclusos no basalto, e que tais xenólitos sao compostos por arenitos feldspáticos que exibem uma coloração rosada com textura equigranular fina e estrutura finamente laminada".* São constituídas predominantemente por quartzo e hidróxido de ferro.

> [...] são bem arredondados e estão cimentados por uma mistura de sílica cripto e microcristalina, ocorrendo ainda, agregados de palhetas de sericita. [...] No entroncamento da estrada Porto Murtinho-Jardim, com a estrada para a fazenda Marabá, os diques de diabásio constituem registros da Formação Sera Geral. São cinza-escuros, por vezes esverdeados, ou amarelados quando alterados, exibindo textura afanítica ou granulação fina maciça e homogênea, com freqüente esfoliação esferoidal. (CPRM, 1999. p. 30).

O CPRM destaca ainda que, durante o período da análise realizada pelo grupo, que existia nesse lugar cortes de algumas rochas do Complexo Rio Apa e que eles não observaram nesses cortes de rochas nenhuma evidência de metamorfismo térmico, ou seja, estava se limitando apenas aos efeitos das passagens dos magmas pelas formações com características dinâmicas de zonas de falhas, onde esse aquecimento não é caracterizado por esses encaixes, mas sim, está relacionado e registrado nos arenitos intertrapeanos.

Por fim, destacam que Melfi (1967) teria datado suas amostras e que após as análises realizadas, teria determinado que esse processo correspondia ao Cretáceo, referindo-se à idade de consolidação das rochas analisadas.

Em seguida o Serviço Geológico do Brasil explica a última formação existente no município de Campo Grande, a Formação Caiuá do Grupo Bauru (Kb).

CPRM (1999) destaca que essa unidade foi definida por Campos (1905), porém Soares (1980) propôs que a nomenclatura fosse alterada para condição de grupo, sendo constituída assim pelas Formações Caiuá, (um pouco mais inferior), Santo Anastácio, Adamantina e Marília (superior), sendo estas últimas distribuídas pelo estado de São Paulo.

> Mais recentemente esta unidade foi estudada por Riccomini (1997) que analisou o condicionamento tectônico da deposição dos sedimentos da Bacia Bauru e suas modificações posteriores. Na Folha Campo Grande, Araújo et al. (1982) adotaram a denominação de Formação Bauru para todo o conjunto, interpretação aqui mantida. (CPRM, 1999. p. 30).

A Formação Bauru *"assenta em discordância sobre as lavas basálticas e arenitos intertrapeados da Formação Serra Geral, ainda que, em muitas localidades, os areões resultantes da alteração de ambas as unidades se confundam".* (CPRM, 1999).

O Serviço Geológico do Brasil afirma que:

> Grande parte do extenso planalto de Mato Grosso do Sul está coberto geologicamente pelos sedimentos da Formação Bauru, de cujas desagregações resultaram os solos formados por espessos areões contendo lentes de conglomerados. Cobre aproximadamente 30.000km², ocupando toda a parte leste da folha e com maior intensidade o quadrante SE, além de outros sítios como a área situada a sul de Maracaju, leste de Antônio João e norte de Ponta Porã. (CPRM, 1999. p. 30).

Destacam que os *"afloramentos de rochas in situ, inalterados e com estruturas primárias preservadas, são raros".* Em toda a extensão do domínio da unidade ocorrem *"espessos mantos de alteração dos arenitos, os quais ainda guardam as linhas de acamadamentos primários e os frequentes níveis conglomeráticos inconsolidados ou desagregados".*

Complementam que:

> Esses "conglomerados" têm matriz arenosa, neles predominando seixos de quartzo, seguidos de quartzitos, arenitos cozidos e seixos e fragmentos de basaltos. Tais vestígios do Bauru afloram sob a forma de morrotes, formando verdadeiras cascalheiras [...] No cruzamento da estrada MS-403 com o ribeirão São Lucas ocorrem arenitos vermelhos finos, argilosos, sob a forma de espesso manto semi-alterado, com linhas difusas do acamadamento original, associados a níveis conglomeráticos com seixos bastante trabalhados [...] No cruzamento da estrada MS-164 com o córrego Santa Maria aflora arenito fraturado irregularmente, com granulação fina, grãos pouco trabalhados em matriz argilosa de cor cinza-claro (amarelado na alteração) com acamadamento primário pouco nítido. (CPRM, 1999. p. 30).

Finalizam essa classificação explicando que as evidências encontradas através de todo o levantmento realizado que representa um ambiente de *"sedimentação continental fluvial com contribuições de sedimentos lacustrinos, onde houve a oscilação do clima de desértico para clima com grandes precipitações de águas torrenciais".* Sendo assim passa a existir um *"ambiente de alta energia com sedimentação clástica grossa, em contrapondo a um regime menos agitado com deposição de areias finas".*

Afirmam que os fósseis característicos da Formação Bauru evidenciam o Cretáceo como o período da deposição, embora tais fósseis não tenham sido encontrados na área mapeada. Identificando-se assim que essas formações foram originadas na Era Mesozóica entre os períodos Jurássico e Cretáceo.

Segundo CPRM (1999), identifica-se que na Formação Bauru há a predominância de Arenitos e conglomerados desagregados, enquanto no grupo São Bento, caracteriza-se a Formação Serra Geral como *"efusivas básicas com arenitos intertrapeados e diques de diabásio",* enquanto a Formação Botucatu, também pertencente ao grupo São Bento é caracteriada por *"arenitos eólicos, siltitos e argilitos".*

Campo Grande (2019) complementa ainda que segundo a Geologia do município de Campo Grande que o mesmo:

> [...] está inserido nas unidades geoambientais da Região dos Patamares e Escarpas da Borda Ocidental da Bacia do Paraná; Região do Planalto Basáltico, Região da Borda do Planalto Basáltico, Região dos Planaltos Rampeados e Região do Vale do Rio Paraná. (CAMPO GRANDE, 2019 p. 45).

Quanto à Geomorfologia, Campo Grande (2019) afirma que o município está situado em uma região geomorfológica denominada como "Região dos Planaltos Arenítico-Basálticos Interiores" e que esse nome é aplicado devido ao seu território ser tão vasto que se estende *"por quatro unidades geomorfológicas, denominadas como: Patamares da Serra do Aporé, Planalto de Dourados, Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo e Rampas Arenosas dos Planaltos Interiores".* (CAMPO GRANDE 2019).

Quanto à Pedologia do Município, em Campo Grande (2019), foram mencionados os Latossolos Vermelhos Escuros, os Latossolos Roxos, as Areias Quartzosas e os Solos Litólicos. Os dois tipos de Latossolos se caracterizam principalmente devido a sua grande profundidade e por ser um tipo de solo bem drenado.

De acordo com Brasil (1999) as Areias Quartzosas destacam-se a partir de suas características arenosas e devido sua baixa taxa de umidade, esse tipo de solo é praticamente improdutivo.

Afirmam que:

> Areias Quartzosas ou Neossolos Quartarênicos representam 15% da área do Cerrado. São solos cuja estrutura é formada basicamente por grãos de quartzo, sendo portanto altamente suscetíveis à erosão, apresentam drenagem excessiva, baixa retenção de água e lixiviação de nutrientes. Quimicamente sao pobres em bases trocáveis, álicos e a capacidade de troca catiônica desses solos depende de quase que exclusivamente de matéria orgânica. Os solos arenosos sao formados de rochas areníticas ou quartzíticas. (BRASIL, 1999. p. 5).

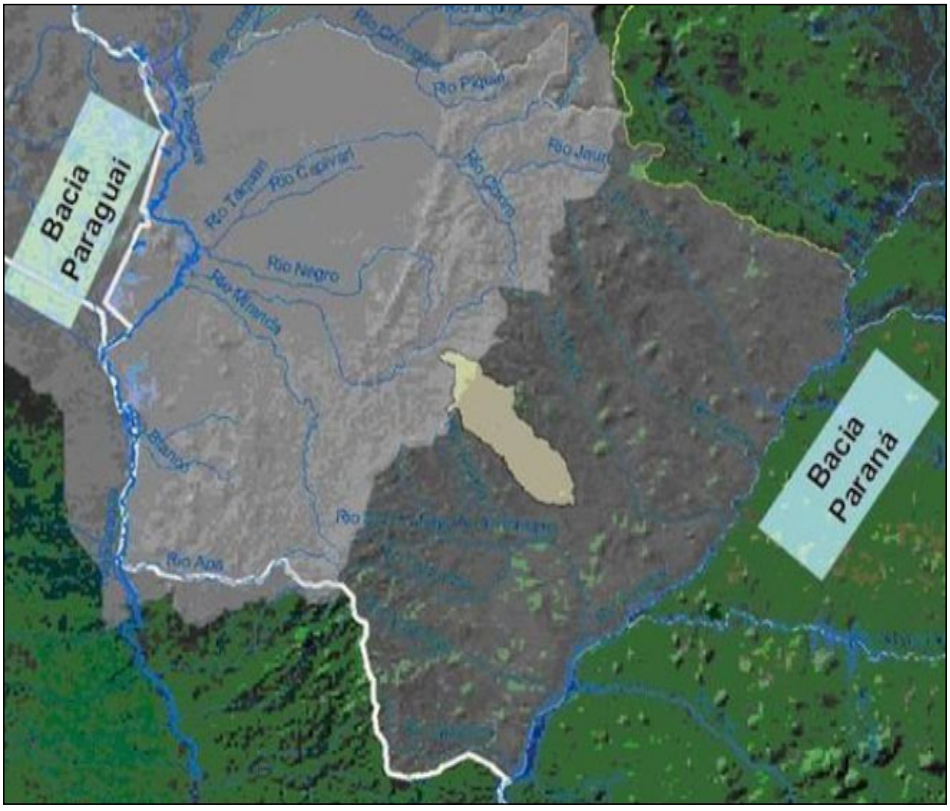
Embrapa (2018) reforça que as:

> Areias Quartzosas constituem classe de solos reconhecida desde o início da década de 1960 (Lemos et al., 1960) para formar grupo independente, desmembrado dos Regossolos – classe tornada menos abrangente pela exclusão

> daqueles solos quartzosos – definidos como solos pouco desenvolvidos em virtude da própria natureza refratária do material quartzoso, resultante em pouca evolução pedogenética.areníticas ou quartzíticas. [...] Modificação de conceito no início da década de 1970, induzida pela realidade de solos identificados em diversas verificações de campo, tornou efetivada a classe Solos Litólicos [...] (EMBRAPA, 2018. p. 15 e 16).

Por fim, os solos do tipo Litólico, que são aqueles solos mais rasos, consequentemente mais alcalinos e que estão ainda em fase evolutiva.

Quanto à Hidrografia, segundo Campo Grande (2019) o Município está situado nos divisores dos dois grandes sistemas hidrodinâmicos de Mato Grosso do Sul, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná e a Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai, sendo sua maior faixa localizada na Bacia do Paraná como pode ser observada nas Figura 4 a seguir.

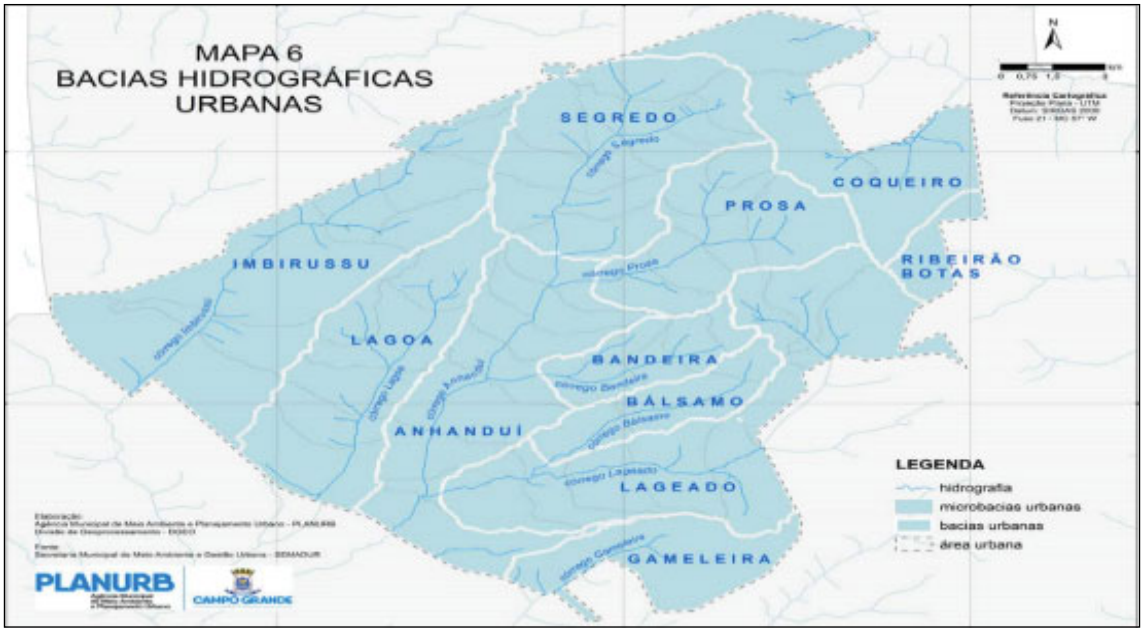


Fonte: CAMPO GRANDE (2017).

Figura 4. Município de Campo Grande entre as Bacias do Paraguai e Paraná.

Campo Grande (2019) destaca que o município de Campo Grande *"possui 33 cursos d'água com nascentes urbanas, e conta com 11 (onze) Bacias Hidrográficas em seu território*", sendo elas: *"Bacia Hidrográfica Anhanduí, Bandeira, Bálsamo, Coqueiro, Gameleira, Imbirussu, Lajeado, Lagoa, Prosa, Ribeirão Botas e Segredo".* Complementa que além desses cursos de água e essas bacias hidrográficas, que o município conta com apenas um rio, o Anhanduí.

A Figura 5, apresenta as onze Bacias Hidrográficas do Município de Campo Grande, destacando em sua imagem toda sua composição hidrográfica.



Fonte: CAMPO GRANDE (2019, p. 63).

Figura 5. Bacias Hidrográficas do Espaço Urbano de Campo Grande – MS.

Essas onze Bacias Hidrográficas estão distribuídas entre as sete regiões urbanas de Campo Grande.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo encontra-se na Região Urbana do Segredo, região essa, que segundo Campo Grande (2019), com base nos dados do último censo do IBGE (2010) possuía aproximadamente 108.962 habitantes distribudos pelos sete bairros correspondentes a essa região urbana (Coronel Antonino, José Abraão, Mata do Jacinto, Monte Castelo, Nasser, Nova Lima e Jardim Seminário).

Importante ressaltar que mesmo pertencendo à Região Urbana do Segredo, essa Bacia Hidrográfica atinge bairros que estão associados a outras regiões, como é o caso dos bairros Amambaí, Cabreúva, Centro, Cruzeiro, Jardim dos Estados, Planalto, São Francisco, pertencentes à Região Urbana do Centro. Os bairros Novos Estados, Mata do Jacinto, Margarida, Autonomista e Santa Fé, pertencentes à Região Urbana do Prosa e o bairro Sobrinho encaixado na Região do Imbirussu.

Com relação às águas subterrâneas, Campo Grande (2019) afirma que:

> [...] o município de Campo Grande apresenta basicamente três unidades fontes, associadas a três formações geológicas diferentes. A primeira, mais superficial, localizada na região oeste está relacionada aos arenitos do Grupo Bauru. A segunda encontra-se associada às rochas da Formação Serra Geral, em zonas de fraturamentos, a qual encontra-se parcialmente sobreposta pela formação

> anterior. Por fim, em nível mais profundo, encontram-se as rochas da Formação Botucatu, que devido às suas características petrográficas e abrangência em termos de área, contêm o maior aquífero subterrâneo da América do Sul, denominado Aquífero Guarani. Assim, devido a estas peculiaridades, Campo Grande pode ser considerado um município bem servido de águas subterrâneas para as mais diversas finalidades, desde o abastecimento doméstico até industriais. (CAMPO GRANDE, 2019. p. 60).

Segundo a SEMADUR, Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Gestão Urbana, o Córrego Segredo nasce na porção norte da área urbana de Campo Grande e possui três cabeceiras principais. A primeira se encontra no Parque Estadual Matas do Segredo, onde existem vários olhos d'água, ou seja, várias nascentes que afloram do solo. A segunda na Lagoa da Cruz, próximo à Universidade Católica Dom Bosco, e a terceira na área do Exército Brasileiro, próximo ao Bairro Nova Lima.

O MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE

Localizado geograficamente na porção central de Mato Grosso do Sul, Campo Grande aumentou sua extensão territorial urbana após a instalação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, também conhecida como NOB. Consequentemente, houve para Campo Grande a possibilidade de se desenvolver e expandir sua área urbana. (Campo Grande, 2019)

A instalação da NOB e a fama de cidade promissora atraíram para Campo Grande pessoas das mais variadas regiões do Brasil e do mundo que ocuparam seu território influenciando a economia e principalmente a cultura.

Segundo Campo Grande (2019)

> Campo Grande tornara-se um lugar promissor, o *el dorado* do imaginário nacional: a cidade crescia vertiginosamente. Para estas terras imigraram alemães, árabes, argentinos, espanhóis, italianos, japoneses, paraguaios, portugueses, entre tantos migraram gaúchos, mineiros, paulistas, pernambucanos, entre outros. A cidade transformava-se dia a dia em roteiro dos mercadores dos grandes centros e das construções. Erigiam-se hotéis, teatros, cinemas, cafés, farmácias, bares, casas comerciais e residenciais e, aos poucos, as edificações de alvenaria de tijolo maciço tornaram-se mais elaboradas. Com o estilo eclético, substituíam vaidosamente as casinhas de taipa caiadas de branco, a irradiar a luz do sol na ambiência empoeirada do movimento. Era o progresso que chegava e casas vetustas eram demolidas para novas serem edificadas. Muito foi destruído em nome do progresso. E construído também. (CAMPO GRANDE, 2019. p. 37).

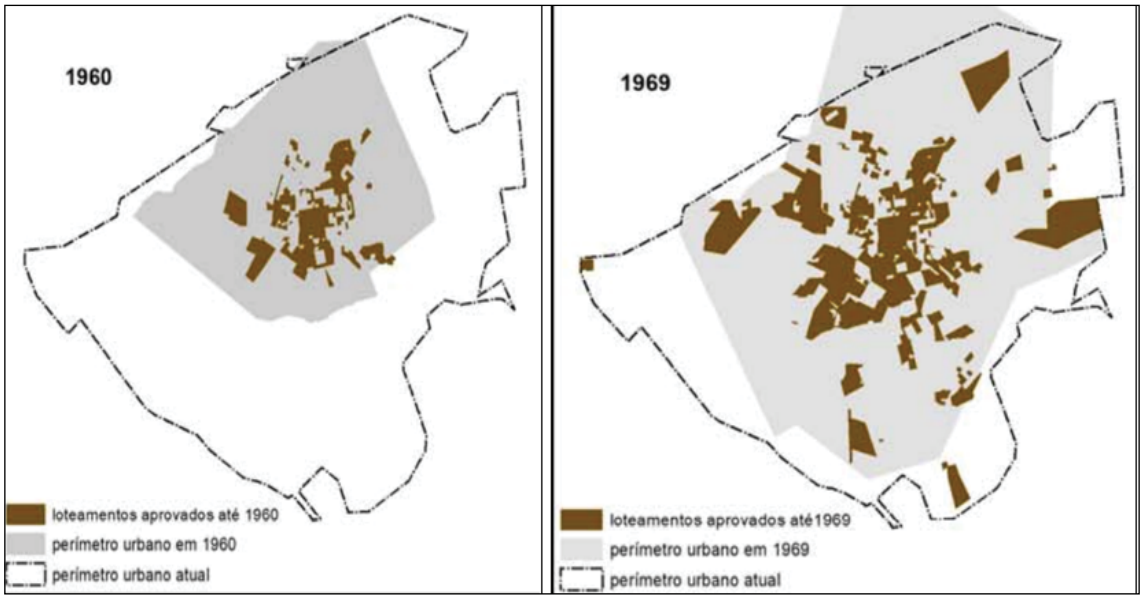
José Antônio Pereira foi um dos principais fundadores, Campo Grande (2019) relata que :

> Com o fim da guerra da Tríplice Aliança, quando Brasil, Argentina e Uruguai aliaram-se na chamada Guerra do Paraguai o mineiro José Antônio Pereira interessado nas histórias sobre terras devolutas que ouvia do cunhado, ex-combatente no sul de Mato Grosso, viaja em 1872 com sua comitiva de Monte Alegre-MG aos Campos de Vacaria. Em 21 de junho chegam ao Mato Cortado, lugar de confluência dos córregos Prosa e Segredo, nas proximidades do atual Horto Florestal também conhecido como encruzilhada de Nioaque, pois daqui seguia um ramal para tal cidade. (CAMPO GRANDE, 2019. p. 34).

Anos depois, em 11 de Outubro de 1977 foi assinado o decreto que determinava a divisão do estado de Mato Grosso em duas partes, a primeira que continuou com o nome de origem, ou seja, Mato Grosso e a segunda parte que recebeu o nome de Mato Grosso do Sul. Porém sua implantação só ocorreu efetivamente em 1 de janeiro de 1979 quando Campo Grande se tornou a Capital de Mato Grosso do Sul.

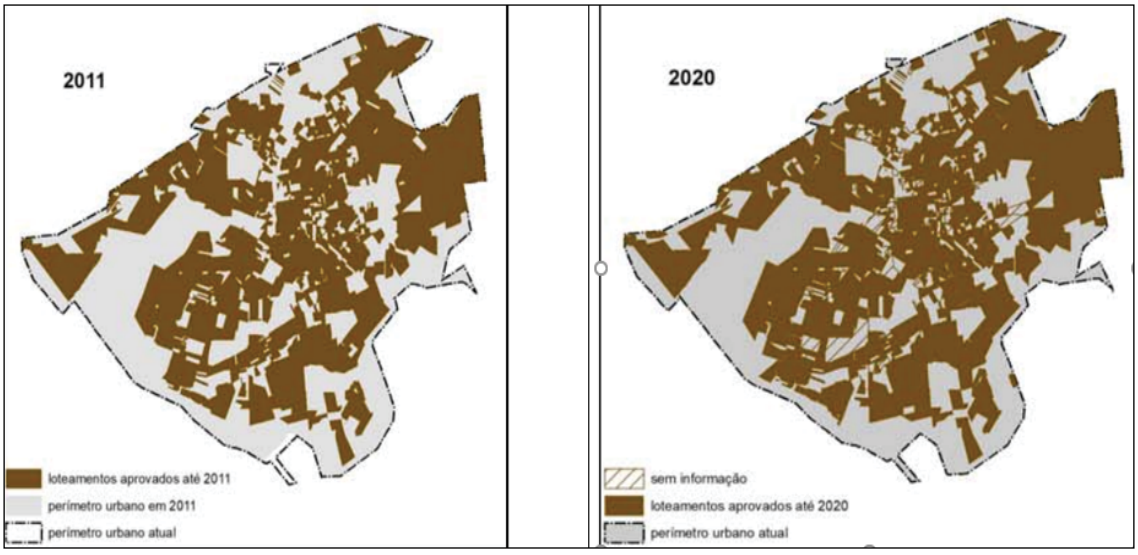
Anos depois, em 1918, Campo Grande foi elevada à titulação de cidade quando o comando Militar do Oeste implantou sua sede em 1921. (Campo Grande, 2019).

As Figuras 6 e 7 representam a evolução do processo de urbanização da Cidade de Campo Grande, a partir do processo de evolução dos loteamentos aprovados dentro do perímetro urbano no período compreendido entre 1960 a 2019.



Fonte: Campo Grande (2021, p.87).

Figura 6. Evolução dos Loteamentos do Perímetro Urbano de Campo Grande – MS entre 1960 e 1969.



Fonte: Campo Grande (2021, p.87).

Figura 7. Evolução dos Loteamentos do Perímetro Urbano de Campo Grande – MS entre 2011 e 2020.

Percebe-se ao analisar as figuras que o processo de evolução do perímetro urbano cresceu significativamente nas últimas décadas, e identificou-se que o aumento da ocupação do solo que anteriormente estava vazio, ou apenas possuía vegetação, agora é dotado de imóveis, e seu entorno encontra-se impermeabilizado, através de pavimentação asfáltica.

Além dessa impermeabilização, identifica-se também o processo de impermeabilização dos terrenos através do uso de cimento, onde os proprietários desses lotes acreditam que cimentar o solo exposto incidirá com a valorização de seu imóvel.

Porém sabemos que quanto mais impermeabilizado um solo se torna, mais suscetível a enchentes e alagamentos ele é, haja vista a velocidade que a água das chuvas ganha ao entrar em contato com a superfície lisa e principalmente com alguns graus de declividade, que são postos propositadamente para facilitar o escoamento da água da chuva do terreno e a mesma ser conduzida pelas redes coletoras de águas pluviais até que sejam desembocadas no córrego mais próximo, ocasionando em muitas vezes os processos de enxurradas, alagamentos e enchentes.

A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SEGREDO

Segundo Campo Grande (2015), os córregos inseridos na Bacia Hidrográfica do Segredo são: Córrego Maracajú, Córrego Cascudo e o Segredo, sendo esse último o principal curso de água da bacia.

Além de contar com esses cursos de água, a bacia possui o Parque Estadual da Mata do Segredo que abriga uma das nascentes do Córrego Segredo. O Parque representa um remanescente de cerrado protegido dentro do perímetro urbano de Campo Grande.

Segundo Imasul (2015), o Parque foi criado em 2000, e tem a missão de proteger seus 177,88 hectares e suas inúmeras nascentes que formam o Córrego Segredo.

> Rodeado por bairros populosos, o Parque recebe a pressão do crescimento do município. No entanto, essas característica está sendo usada a seu favor, pois são poucas as áreas verdes que ainda restam em Campo Grande. (IMASUL, 2015).

Quanto ao Córrego Maracaju, Campo Grande (2015) destaca que o mesmo se encontra totalmente canalizado e que embora a região próxima à ele seja coberta pela rede pública de esgoto, percebe-se que existe contaminação em suas águas a partir do lançamento de esgoto clandestino em galerias de águas pluviais.

Quanto à cobertura vegetal da Bacia, Campo Grande (2015) destaca *que "a maior área de cobertura vegetal está concentrada na bacia segredo com um percentual de 25%, observando que essa área apresenta uma unidade de conservação com uma composição arbórea muito expressiva".*

Importante ressaltar que falar da Região Urbana do Segredo é diferente de explicar a Bacia Hidrográfica do Segredo, haja vista sua complexidade, onde a Região Urbana do Segredo é composta por sete bairros (Coronel Antonino, José Abraão, Mata do Jacinto, Monte Castelo, Nasser, Nova Lima e Jardim Seminário) enquanto a Bacia Hidrográfica do Segredo engloba bairros que estão direcionados a outras regiões urbanas como mencionado anteriormente, sendo assim, a Bacia Hidrográfica do Segredo contabiliza 20 (vinte) bairros em toda sua extensão.

Por isso está sempre presente nos principais casos de enchentes e alagamentos do município de Campo Grande, devido sua ampla quantidade de bairros, ruas pavimentadas, terrenos impermeabilizados, grande quantitativo de população, e suas próprias características físicas e naturais que acabam favorecendo as recorrências nos casos de enchentes e de alagamentos.

CAMPO GRANDE, ALGUNS REGISTROS CLIMATOLÓGICOS

Os eventos denominados como desastres naturais podem ser definidos como aqueles danos causados pela natureza às regiões habitadas pelo ser humano.

Segundo Tominaga et al. (2009 p. 14), a definição de desastres naturais se dá como *"o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto".*

É comum que a sociedade associe e generalize os desastres naturais àqueles eventos trágicos que são transmitidos nos veículos de comunicação. Normalmente citam como desastres naturais as ações da natureza classificadas como terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões, porém os desastres naturais contemplam também os fenômenos naturais definidos como deslizamentos, inundações, enchentes, alagamentos e enxurradas que podem ocorrer naturalmente ou induzidos pelo homem.

Pode-se destacar como agente influenciador ou intensificador dos desastres naturais a intensidade pela qual os fenômenos ocorrem e principalmente, o processo de urbanização

registrado em um determinado lugar. Além desses dois fatores, existe também a hipótese de que a variabilidade climática que o planeta vem enfrentando pode ser associada a esse aumento de desastres naturais que assolam a humanidade.

Ainda de acordo com Tominaga et al. (2009 p. 15), os desastres naturais podem ser classificados segundo sua origem e de acordo com sua intensidade. Quando se classifica um desastre de acordo com sua origem, podemos destacar que ela pode ocorrer de forma natural ou de forma antropogênica.

Em relação à classificação dos desastres naturais a partir da intensidade, pode-se defini-los como de pequeno porte, de média intensidade, de grande intensidade e de muito grande intensidade.

A natureza possui eventos naturais que podem ser agravados a partir da ação antrópica e até mesmo devido à própria força da natureza.

Enchentes, Inundações, Alagamentos e Enxurradas podem ocorrer a partir das características das chuvas, que podem ser fortes e rápidas ou chuvas constantes e de longa duração.

Tominaga et al. (2009 p. 42), define esses quatro eventos utilizando informações do Ministério das Cidades (2007).

Conceituam que:

> Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea; As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar; O alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem; Enxurrada é escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. (TOMINAGA et al. 2009 p. 42).

Tominaga et al. (2009 p. 45), explicam que esses eventos podem ocorrer a partir de condicionantes naturais e antrópicos. Os condicionantes naturais mais comuns são as formas do relevo; as características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; a intensidade, quantidade, distribuição e a frequência das chuvas; as características do solo e o teor de umidade; e a presença ou ausência da cobertura vegetal.

Já os condicionantes antrópicos podem ser determinados como o uso e a ocupação irregular nas planícies e margens de cursos de água, a disposição irregular de lixo nas proximidades desses cursos, as alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos de água (vazão, retificação e canalização das águas, impermeabilização do solo, entre outras); e o intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água.

É a partir da análise desses fatores que é possível compreender e analisar possíveis eventos calamitosos e principalmente elaborar estratégias que minimizem os possíveis casos de desastres naturais que podem assolar à população.

O Córrego Segredo, principal curso de água da Bacia Hidrográfica do Segredo, caracteriza-se por ausência da mata ciliar, leito liso e solo impermeável devido a base de concreto instalada em seu leito. Esses fatores contribuem para as enchentes, pois permite que a velocidade alcançada pela água seja muito grande, causando aumento em sua vazão.

Conforme o Perfil Socioeconômico (2019), o Clima da cidade de Campo Grande está, segundo a classificação de Köppen, situada "na faixa de transição entre o subtipo (Cfa) Mesotérmico Úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o sub-tipo (Aw) Tropical Úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno".

Campo Grande é um Município que representa bem essa faixa de transição entre o Mesotérmico Úmido e o Tropical Úmido pois, são meses específicos que registram altos índices pluviométricos, demonstrando que existe sim, conforme determinado em Campo Grande (2019), a característica de estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Cabe ressaltar que nem sempre registrar alto índice pluviométrico significa que ocorreu na época algum tipo de fenômeno de natureza hidrometeorológicas, como por exemplo, enchentes e alagamentos. É necessário analisar todas as condicionantes para saber o que aconteceu de fato, pois esses fenômenos dependem de tempo, intensidade e a constância da chuva e inclusive, a região onde foi registrado o maior índice pluviométrico.

Isso quer dizer que, pode chover pouco em um mês e ele registrar casos de alagamentos, pois pode ter sido uma chuva rápida, intensa, e que não permitiu que o córrego tivesse tempo suficiente para escoar seu volume de águas que foi consequentemente aumentado a partir do recebimento das águas pluviais dos logradouros do entorno.

Sendo assim, segundo Campo Grande (2019), destaca-se abaixo os meses e os anos que registraram os maiores índices pluviométricos no período compreendido entre 2009 e 2018.

Utilizou-se como delimitador, os índices superiores a 100 milímetros.

- 2009 – Janeiro, Fevereiro, Março, Maio, Agosto, Outubro, Novembro e Dezembro.
- 2010 – Janeiro, Fevereiro, Março, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro.
- 2011 – Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro.
- 2012 – Janeiro, Fevereiro, Abril, Maio, Junho, Setembro, Outubro e Novembro.
- 2013 – Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Junho, Outubro, Novembro e Dezembro.
- 2014 – Janeiro, Fevereiro, Março, Maio, Julho, Novembro e Dezembro.
- 2015 – Janeiro, Fevereiro, Abril, Maio, Setembro, Novembro e Dezembro.
- 2016 – Janeiro, Fevereiro, Março, Maio, Novembro e Dezembro.
- 2017 – Janeiro, Março, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro.
- 2018 – Janeiro, Fevereiro, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro.

Os dados dos anos de 2019 e 2020 foram obtidos através dos boletins meteorológicos gerados pelo CEMTEC, Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS, que é desenvolvido em parceria com a SEMAGRO, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar.

- 2019 – Fevereiro, Março, Abril, Novembro e Dezembro.
- 2020 – Janeiro, Fevereiro e Maio.
- 2021 - Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro.

Em 2009, o mês que registrou maior índice foi dezembro computando 328,4 mm; em 2010, destaca-se o mês de fevereiro com 347,0 mm; em 2011 foi o mês de março que apresentou elevado índice pluviométrico atingindo a marca de 571,8 milímetros.

Em 2012, a chuva se fez presente e constante em vários meses do ano, destacando os meses de Janeiro, Fevereiro, Abril, Maio, Junho, Setembro, Outubro e Novembro. Com ápice pluviométrico em novembro quando atingiu 371,2 milímetros.

Já o ano de 2013, foi semelhante ao ano anterior, destacando os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Junho, Outubro, Novembro e Dezembro. Porém o mês com maior índice foi março ao atingir a marca de 376,3 milímetros.

Em 2014 o mês que alcançou ápice pluviométrico foi dezembro atingindo um índice de 359,4 milímetros de chuva no mês. Já 2015 foi outro ano marcado por meses chuvosos, porém os meses de junho e agosto, não conseguiram atingiram a marca de 50 milímetros de chuva, característica essa de inverno seco, enquanto os demais meses despontaram chegando à máxima de 263,6 mm no mês de janeiro.

Em 2016 os meses em que a chuva se fez presente foi: janeiro, fevereiro, março, maio, novembro e dezembro. Onde janeiro foi o mês que registrou 364,8 milímetros de chuva, caracterizando verão chuvoso, enquanto os meses de junho, julho, agosto e setembro não conseguiram atingir a marca de 50 milímetros novamente conforme o ano anterior.

2017 foi o ano onde se registrou máxima pluviométrica de 315,8 mm em novembro, porém a chuva se fez presente em elevado índice nos meses de janeiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro.

2018 foi marcado também por meses chuvosos, com exceção dos meses de março, abril, maio, junho, julho e dezembro, meses esses que não apresentaram índices elevados, sendo o mês de julho, um mês de estiagem onde não foi registrado nenhuma chuva.

O ano de 2019, segundo o CEMTEC (2020), foi contemplado com chuvas abundantes nos meses de fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, sendo o ano de 2020 ainda em curso. Porém, ao analisar o primeiro semestre, identificou-se chuva acima de 100 milímetros nos meses de janeiro, fevereiro e maio.

Campo Grande possui altas temperaturas e pluviosidade bem presente durante vários meses do ano e, de acordo com o Perfil Socioeconômico do Município (2019), Campo Grande apresentou como ápice de pluviosidade os meses de março nos anos de 2011 e 2013 registrando respectivamente 571,8 e 376,3 milímetros de chuva.

A CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DA PESQUISA AO LONGO DOS ANOS E O HISTÓRICO DAS PRECIPITAÇÕES ACUMULADAS DE CAMPO GRANDE SEGUNDO O INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET)

Foi através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do CEMTEC (Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS) que obteve-se a maior parte das informações.

Foi através de seus dados que elaborou-se os climogramas que determinavam quais fatores influenciavam os eventos extremos de chuvas, enchentes, enxurradas e alagamentos em Campo Grande – MS.

Ao analisar os climogramas elaborados percebeu-se que normalmente os maiores eventos hidrometeorológicos ocorrem em dias de altas temperaturas, ou após ocorrerem dias em que as temperaturas foram registradas como elevadas.

Além de comparar os climogramas referente à Precipitação e a Temperatura, utilizou-se também dados do Instituto Nacional de Meteorologia – o INMET em relação a Precipitação Acumulada de Campo Grande. Para isso, utilizaram-se os gráficos de seus bancos de dados, em especial das Estações 83611, A702 que se refere a Campo Grande, sendo os dados coletados compreendidos entre o período de 1930 a 2021.

Ao analisar todos os dados identifica-se que as maiores intensidades de chuva ocorrem anualmente nos mesmos meses. A saber: novembro a março, sendo principalmente destacados os meses que compreendem a primavera e o verão, com algumas exceções no outono.

HISTÓRICO DAS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA DE CAMPO GRANDE – MS, SEGUNDO O INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET)

Da mesma forma que fora analisado o índice pluviométrico, percebeu-se a necessidade de investigar as variações de temperatura no período compreendido na análise deste trabalho (2000 a 2021), porém de acordo com o banco de dados do Inmet, foi possível obter informações referente às temperaturas que ocorreram entre 2006[2] e 2021.

Ao analisar as informações do banco de dados do INMET identificou-se que existe muita variação na temperatura de Campo Grande anualmente. Percebeu-se que os maiores casos de enchentes ocorretam justamente onde as temperaturas estavam elevadas (Primavera-Verão) onde a possibilidade de pancadas de chuvas e temporais são bem previsíveis.

Em alguns casos, enchentes surpreendem em meses atípicos quando massas de ar acabam chegando em Campo Grande e assolam toda a cidade com os sustos das enxurradas e enchentes.

Através da análise prévia de todos os climogramas, percebeu-se que a maior incidência pluviométrica ocorre justamente nos meses de novembro, dezembro e janeiro.

Ao analisar as informações identificou-se que em 2011 foi o mês de março que apresentou elevado índice pluviométrico atingindo a marca de 571,8 mm. Em 2013, a chuva se fez presente e constante em vários meses do ano, destacando também o mês de março como aquele que registrou um índice elevado de pluviosidade.

Em 2014 o mês que alcançou ápice pluviométrico foi dezembro atingindo um índice superior a 350 milímetros de chuva no mês. Já 2015 foi outro ano marcado por meses chuvosos, porém os meses de junho e agosto, não conseguiram atingiram a marca de 50 milímetros de chuva, característica essa de inverno seco, enquanto os demais meses despontaram chegando à máxima acima de 250 mm no mês de janeiro.

Já os dados de 2016 demonstram que janeiro mais uma vez atingiu marca superior aos 350 mm de chuva, caracterizando verão chuvoso, enquanto os meses de junho, julho, agosto e setembro não conseguiram atingir a marca de 50 milímetros novamente conforme o ano anterior.

Cabe ressaltar que registrar um alto índice de pluviosidade não significa necessariamente que tenham ocorrido enchentes nesse período. Março pode ter sido um mês com maior índice por ter chovido mais dias e não necessariamente ter chovido muito em um único dia ou em horas.

No dia 03 de outubro de 2018, uma forte tempestade ocorreu em algumas regiões específicas de Campo Grande, e uma delas, foi a Região Urbana da Bacia Hidrográfica do Segredo. A chuva veio acompanhada de rajadas de vento que segundo G1 (2018) ultrapassaram 60 quilômetros por hora.

De acordo com a meteorologia, a tempestade foi provocada por uma frente fria que chegou no sul do estado. A chuva ocorreu das 14h20 às 15h35 (de MS), e atingiu o volume de 35 milímetros. A precipitação veio acompanhada de rajadas de vento que passaram dos 60 km/h..

Segundo o meteorologista Natálio Abrahão Filho, neste dia choveu mais de um quarto do volume total esperado para o mês de outubro, que é de 120 milímetros. "*Depois da pancada desta tarde, não estão previstas novas precipitações no restante do dia".*

A Figura 3 destacada anteriormente demonstra exatamente a enchente ocorrida no dia 03 de outubro de 2018.

Mesmo passando por obras de drenagem e manutenções das vias e córregos através de limpezas urbanas frequentes, os casos de enchentes continuaram ocorrendo na Capital de Mato Grosso do Sul.

Em 26 de fevereiro de 2019, ocorreu mais um registro de enchente na capital, deixando rastros de sujeira e prejuízo.

Segundo G1 (2019),

> Foram duas horas de chuva em Campo Grande, o suficiente para registrar vários pontos de alagamento pela cidade no final da manhã desta terça-feira (26). Avenidas movimentadas foram tomadas pela água, carros ficaram ilhados e córregos transbordaram. (G1, 2019). [...] De acordo com o meteorologista Natálio Abrão, até às 12h desta terça, foram registrados 60,8 milímetros, em um período de chuva de 2h25. A previsão para o mês é de 171 milímetros. (G1, 2019).

E mais uma vez, a rotatória da Avenida Rachid Neder foi alvo de um caso de enchente, pois os paredões de concreto que "margeiam" o Córrego Segredo não foram suficientes para impedir a força da natureza que precisava extravasar.

Segundo Palheta (2020) existe atualmente em Campo Grande, aproximadamente 33 pontos críticos de alagamento e que precisam ser evitados em caso de fortes chuvas ou de chuvas moderadas porém constantes.

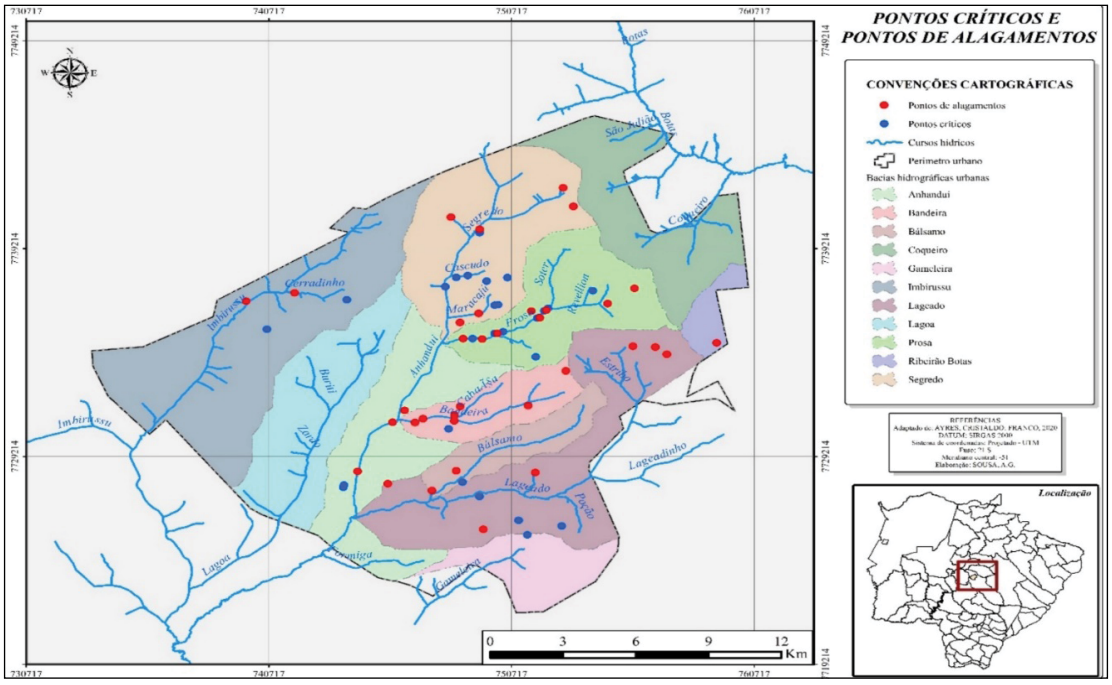
Palheta (2020) destaca ainda que segundo a *"Defesa Civil Municipal, o número de pontos críticos de alagamento e inundações em Campo Grande cresceu 153% em três anos".*

As Figuras 8 até a 10 apresentadas a seguir destacam os pontos mais preocupantes da Capital.



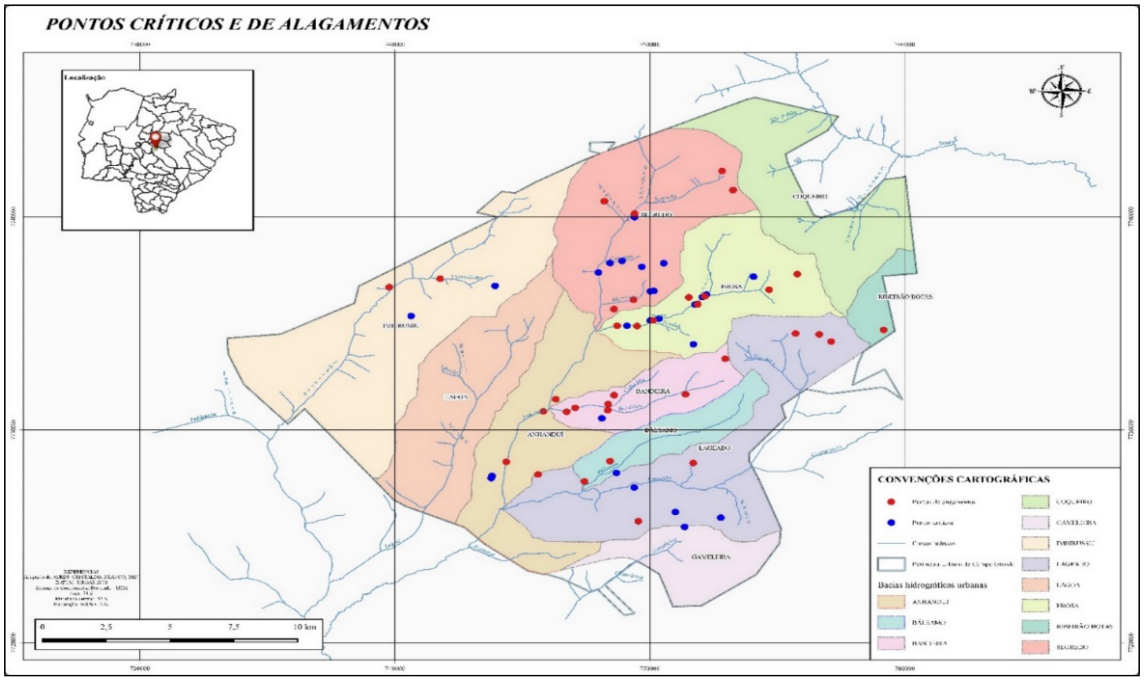
Fonte: Palheta (2020).

Figura 8. Mapeamento dos 33 Pontos Críticos de Alagamento em Campo Grande.



Fonte: Elaboração SOUZA, A. G. (2021).

Figura 9. Pontos Críticos em dias de Chuva na Capital Sul-mato-grossense.



Fonte: Elaboração SOUZA, A. G. (2021).

Figura 10. Pontos Críticos em dias de Chuva na Capital Sul-mato-grossense.

Ainda segundo Palheta (2020), as principais causas de alagamentos e inundações *"são a defasagem do sistema de drenagem da Capital e o aumento da impermeabilização do solo após a pavimentação".*

Declara que quando *"a água corre em um chão sem revestimento ela leva um tempo X para ser absorvido e que quando, esse solo é impermeabilizado a absorção vai demorar um tempo até 3 vezes maior. Então qualquer volume de água causa um estrago muito grande".*

Palheta (2020), complementa ainda que a Prefeitura Municipal de Campo Grande vem realizando atividades preventivas com vistas a amenizar esses eventos hidrometeorológicos que tanto assolam a população de Campo Grande.

UM RECORTE DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE ENCHENTES E ALAGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SEGREDO

Em entrevista ao site de notícias Midiamax (www.midiamax.com.br) no dia 19 de janeiro de 2011, o então Secretário de Obras da Prefeitura de Campo Grande, João Antônio de Marco destacou um balanço realizado após dias chuvosos na capital.

Afirmou que Campo Grande além de sofrer com o aumento da intensidade das chuvas vêm sofrendo também com o aumento nas frequências em que essas chuvas estão surgindo. Ressaltou na época que os picos de chuva que ocorriam normalmente de 10 em 10 anos, estariam ocorrendo de dois em dois anos ou de três em três anos.

No ano seguinte, no dia 26 de janeiro de 2012, um vídeo disponibilizado no YouTube, mostra a velocidade e a força das águas do Córrego Segredo em mais um dia

de chuva em Campo Grande. Percebeu-se que não havia no momento da filmagem chuva forte, porém o Córrego Segredo estava com um volume de água muito grande devido sua cabeceira estar cheia e acabar impulsionando todo esse volume de água em direção ao seu exutório que vai em direção sul/sudoeste (YOUTUBE, 2012).

Em 13 de dezembro 2014, conforme reportagem do Jornal Eletrônico Campo Grande News (www.campograndenews.com.br), Campo Grande registrou grande precipitação pluviométrica atingindo a média mensal de 359,40 milímetros e consequentemente apresentou enchente.

Divulgaram que o trecho da rotatória ficou completamente alagado e que o temporal de aproximadamente três horas deixou visível um rastro de destruição feito pela enxurrada.

Dias depois, em 20 de dezembro de 2014, o Córrego Segredo transbordou mais uma vez causando transtornos à população. Dessa vez foi o Jornal Eletrônico Correio do Estado (www.correiodoestado.com.br) que destacou a notícia. Relataram que os setenta milímetros de chuva registrados causaram grande transtorno à população.

Nessa mesma reportagem, o então chefe da Defesa Civil, Hélio Daher declarou em entrevista, que o volume dessa chuva foi exatamente 1/3 do que era esperado para todo mês de dezembro (2014) e que ela teria sido tão intensa e volumosa que assolou lugares que não sofriam com enchentes há mais de oito anos.

De acordo com o Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (CEMTEC, 2014), houve em apenas 40 minutos um volume de chuva de 30 milímetros. Ou seja, choveu em 40 minutos mais do que o índice pluviométrico registrado nos meses de agosto e outubro desse mesmo ano.

Em dezembro de 2015, ocorreu novamente enchente nesta região e segundo o CEMTEC-MS, houve no mês de dezembro 195 milímetros de chuva.

Ao analisarmos seus dados identifica-se que dezembro não foi o mês com o maior índice pluviométrico, porém foi o mês em que houve a enchente. Janeiro de 2015 registrou índice superior a 250 milímetros e não houve nenhum relato de enchente.

Esse comparativo reforça a ideia de que uma enchente pode ocorrer devido às pancadas de chuvas rápidas ou chuvas fracas, porém constantes.

Campo Grande apresentou em 2015 elevadas temperaturas durante todo o ano, e consequentemente ocorreram também casos de enchentes.

Em 13 de janeiro de 2016 novamente Campo Grande é assolado pelo excesso de chuva e Faustino (2016) destaca no Jornal Eletrônico Campo Grande News que:

> A Defesa Civil alerta que o ponto mais crítico, atualmente, é ao longo da Avenida Ernesto Geisel. Principalmente no cruzamento com as avenidas Mascarenhas de Moraes, Rachid Neder e Euler de Azevedo, além da região entre a Vila dos Ferroviários e o Horto Florestal. (FAUSTINO, 2016).

Meses depois, no dia 08 de dezembro de 2016 o Jornal Eletrônico Campo Grande News noticiou novamente que a Avenida Presidente Ernesto Geisel havia sido inundada pelas águas do Córrego Segredo na direção da rotatória da Rua Rachid Neder.

A Defesa Civil de Campo Grande divulgou que em uma hora e trinta minutos choveu 84 milímetros em toda a Capital, índice esse que superou a pluviosidade registrada nos meses de abril, junho, julho, agosto e setembro.

Ao analisar o climograma de 2016 percebe-se elevadas temperaturas durante todo o ano de 2016, porém no que se refere à precipitação identifica-se que no dia 08 de dezembro de 2016 o índice pluviométrico ficou abaixo de 200mm, enquanto no mês de janeiro, mês que também ocorreu enchente a precipitação pluviométrica foi elevada superando a marca de 350mm de chuva, ou seja, nem sempre muita chuva ou pouca chuva irão determinar as enchentes. Por isso deve-se levar em consideração as ações antrópicas ocorridas nesses períodos como por exemplo o descarte irregular de resíduos sólidos e a sujeira encontrada nos bueiros do entorno.

As inundações, enchentes, enxurradas e os alagamentos ocorrem por diversos motivos e estão relacionados à falta de escoamento nas áreas asfaltadas, canalização, poluição dos córregos, fatores climáticos e principalmente devido às obras realizadas inadequadamente.

O ano de 2018 não foi diferente nas recorrências de enchentes. Destaca-se em especial a ocorrida no dia 03 de outubro.

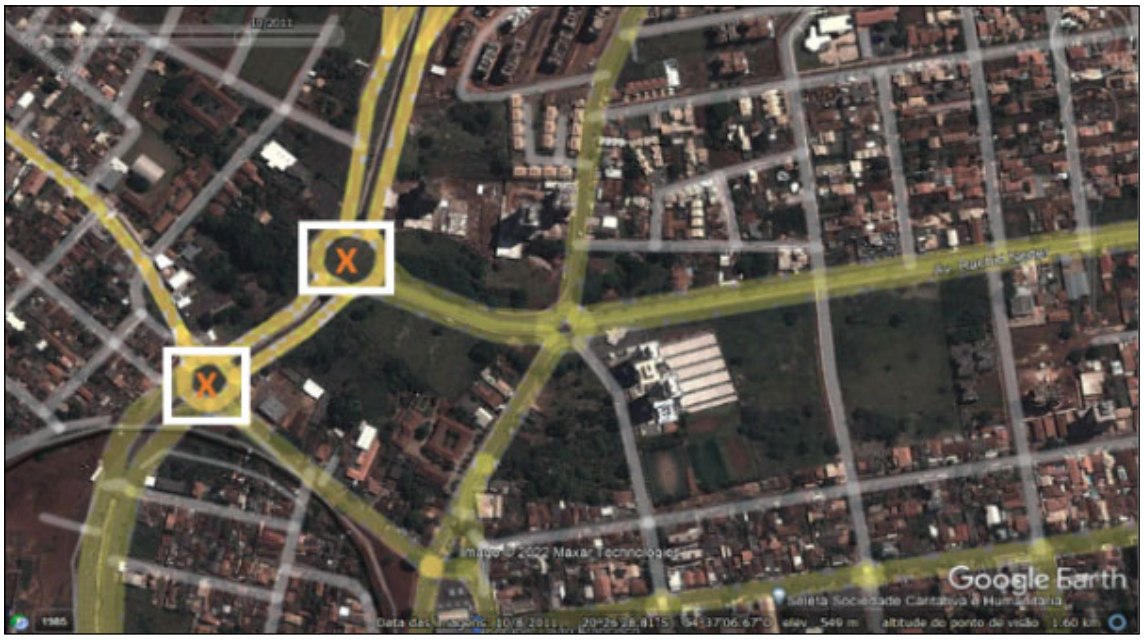
Segundo Gaigher (2019), a recorrência aconteceu em 2019 mesmo Campo Grande tendo passado por obras de infraestruturas, as enchentes continuaram a acontecer.

Em 2019 o mês de fevereiro, apresentou relato de enchente. Identificou-se através dos dados altas temperaturas, porém, a pluviosidade não foi alarmante pois não chegou a 50 mm de chuva.

Em 2020 e 2021, outros casos de enchentes intensas e devastadoras foram registradas na Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo.

Em 2021, ocorreram outras chuvas intensas em Campo Grande, porém a que mais marcou e fragilizou a Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo foi a registrada no dia 27 de Janeiro.

Percebendo que os eventos são recorrentes, e que todo ano acontecem enchentes nos mesmos pontos críticos específicos, ou seja, próximo à Rotatória da Rua Rachid Neder ou da Rotatória da Avenida Euller de Azevedo, decidiu-se por analisar esse espaço crítico nos últimos anos, e as figuras a seguir que destacam os anos de 2011 e 2021 demonstram que o processo de urbanização do entorno do córrego fica bem evidente.



Fonte: FÉLIX, R.A (2021). Adaptado de Google Earth Pro – 2011.

Figura 11. Pontos Críticos marcados com "X" das rotatórias da Avenida Presidente Ernesto Geisel na Rotatória da Avenida Rachid Neder onde as Enchentes são Recorrentes – Imagem de outubro de 2011.



Fonte: FÉLIX, R.A (2021). Adaptado de Google Earth Pro – 2021.

Figura 12. Pontos Críticos marcados com "X" das rotatórias da Avenida Presidente Ernesto Geisel na Rotatória da Avenida Rachid Neder onde as Enchentes são Recorrentes – Imagem de dezembro de 2021.

Nas Figuras 11 e 12 percebe-se os pontos críticos abordados e fica evidenciado o processo de urbanização no entorno do Córrego Segredo, sendo assim fica claro que o processo de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Segredo impactou o córrego e consequentemente agravou os casos de enchentes e alagamentos nesta região.

Sabe-se que o processo de urbanização de uma cidade e seu crescente índice populacional faz com que a paisagem se modifique com o passar dos anos. Esse fenômeno não foi diferente nessa região.

Após realizar visita *in loco* na rotatória da Rua Rachid Neder percebeu-se singela e quase ausente mata ciliar, que a profundidade do Córrego Segredo naquele local é muito baixa e que por possuir uma modificação antrópica que o deixou retilíneo e margeado por concreto, facilita a ocorrência de enchentes.

Percebe-se ao observar a Rua Rachid Neder, que a mesma possui declividade e ruas transversais que a encontram. Quando ocorrem as chuvas, a Rua Rachid Neder além de transportar as águas que descem por ela recebe as águas dessas ruas perpendiculares aumentando o volume de água que desemboca no córrego.

Percebeu-se também que o modo como os bueiros foram posicionados não são eficientes. Sendo assim, buscou-se encontrar algumas medidas que pudessem ser aplicadas no entorno da rotatória com a finalidade de evitar que o córrego transborde, tendo em vista que o ser humano não possui o controle da intensidade e volume das chuvas.

Encontradas algumas ações e propostas no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), especialista em Serviços Geológicos enquanto outras propostas foram idealizadas a partir de todo o aporte bibliográfico utilizado e observações durante visitas *in loco* na área de pesquisa.

As propostas sugeridas a seguir objetivam amenizar ou até mesmo impedir que novas enchentes ocorram e para que isso dê certo, essas medidas deverão ser aplicadas no entorno do Córrego Segredo, nas ruas próximas e nas residências do Município de Campo Grande.

Sugere-se a captação de parte da água da chuva por condomínios e prédios para diminuir a quantidade de escoamento para a bacia; aumentar a infiltração da água no solo a partir da instalação de pavimentos porosos e construir poços ou trincheiras de infiltração.

Inclusive é preciso acrescentar que é essencial manter a limpeza urbana e as drenagens necessárias no Córrego Segredo; Não pavimentar todo o quintal, deixando uma área para a infiltração de águas pluviais; Instalar um sistema de tela para colocar nos bueiros para reter as impurezas e deixar somente a água pluvial escoar; Instalar reservatório para acumular a água que escorre do telhado; Controlar a erosão a partir da técnica de terraceamento e instalar mais bueiros em toda a extensão da Rua Rachid Neder e nos encontros entre ruas (esquinas);

Segundo Fujihara e Ilha (2020) é possível também fazer as seguintes técnicas:

> Bioretenção: utilizam uma área para a infiltração e retenção de águas pluviais. O sistema recebe a água que infiltra-se pelo solo tratado, quando á atingida a capacidade máxima de infiltração são formados poças em suas depressões ou reservatórios, que são depois ou infiltradas pelo solo ou eliminadas por

> tubulações. [...] os benefícios deste sistema são: diminuição do escoamento superficial, aumento de águas subterrâneas e tratamento de água contaminada através de vários processos; redução de concentração de cobre, chumbo e zinco.
>
> [...] Cobertura verde: possuem uma camada impermeabilizante e sobre ela, um sistema de drenagem e uma camada de solo selecionado para o tipo de planta a ser utilizado no sistema. As plantas da cobertura utilizarão a água da chuva, reduzindo o volume do escoamento superficial e que antes seria recolhido por tubulações e descartado. Coberturas verdes também minimizam os efeitos da insolação na construção, resultando na redução de custos de energia, e protegem a própria construção de danos causados pela exposição aos raios ultra-violetas.
>
> [...] Blocos e grelhas de concreto: são blocos ou grelhas de concreto que permitem a passagem de água pluvial por aberturas. Essas aberturas são preenchidas com pedra e outros materiais. Grelhas de plástico: similares às grelhas de concreto; as diferenças estão na instalação das grelhas e no volume de material para preencher os vazios. As grelhas de plástico são também mais permeáveis
>
> [...]. Os espaços devem ser preenchidos com terra e grama, ou pedras de diâmetros pequenos, ou com qualquer material que permita a rápida infiltração da água. [...]Concreto permeável: é uma variação do concreto comum, porém não são utilizadas areias finas na mistura possibilitando a passagem de água para o solo. [...] Poço de infiltração: Consiste na execução de um poço similar a uma cisterna, revestido por tubos de concreto perfurados ou tijolo em crivo, além de fundo em agregados graúdos para permitir a infiltração do volume de água pluvial escoado para seu interior. (FUJIHARA; ILHA, 2020).

Isto posto, identifica-se que existem algumas alternativas que podem ser utilizadas pelo poder público e até mesmo pela população com a finalidade de minimizar os impactos gerados pelas chuvas.

Obras de prevenção são essenciais em todo a cidade de Campo Grande, em todas as regiões urbanas e inclusive nos córregos pertencentes as suas bacias hidrográficas que comumente transbordam, onde a Bacia Hidrográfica do Segredo não é a única a sofrer com esses processos hidrometeorológicos de enchentes, alagamentos, enxurradas, transbordamentos e até mesmo inundações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises realizadas constatou-se que a Bacia Hidrográfica do Segredo sofreu e ainda sofre muito com o processo de antropização, uma vez que o Poder Público ainda prima pela beleza ao invés da infraestrutura.

Desde o início desta pesquisa percebeu-se que é possível encontrar uma solução para essa problemática e algumas medidas já estão sendo aplicadas na tentativa de evitar que as enchentes ocorram. Acredita-se que os resultados finais possam contribuir com dados pertinentes para a evolução do processo de crescimento urbanístico de Campo Grande, permitindo que ações possam ser tomadas de forma a favorecer tanto o avanço paisagístico e urbano quanto o bem-estar social das pessoas a fim de evitar as catástrofes observadas ao longo do estudo.

E quanto à Caixa do Córrego não conseguir suportar a intensidade das águas que nele são despejadas, será necessário realizar uma análise mais rigorosa e aplicada na área de seu entorno para verificar a possibilidade de aprofundar um pouco mais seu leito, ou até mesmo alargar um pouco mais suas margens, mesmo que isso signifique reduzir uma das faixas das avenidas que o margeiam.

Almeja-se com estes resultados corroborar com as próximas ações adotadas pelo Poder Público de Mato Grosso do Sul e, também à nível Federal, auxiliando Estados e Municípios brasileiros que sofrem com a mesma problemática.

Isto posto conclui-se que os objetivos destacados neste trabalho de pesquisa científica foram alcançados, haja vista que fora mapeado e descrito todas as características físicas, sociais e econômicas da Bacia Hidrográfica do Segredo.

Identificadas as causas e também as consequências das enchentes e alagamentos que ocorrem no trecho urbano da Bacia Hidrográfica do Segredo as análises e interpretações, demonstraram através de figuras todas as alterações que as enchentes causam nesta bacia hidrográfica e por fim, foram sugeridas algumas medidas que podem ser adotadas ao longo do tempo com a intenção de mitigar e solucionar esta problemática, como por exemplo, a implantação de escadas hidráulicas e trincheiras de infiltração.

Estima-se como resultado final deste trabalho, conseguir inserir ao meio científico, algumas alternativas para que esses eventos de natureza hidrometeorológicas possam ocorrer de forma natural, porém sem gerar ônus à população em geral.

NOTA

2 Dados do Inmet apenas a partir de 2006.

REFERÊNCIAS

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010** - Mato Grosso do Sul. 2019. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50>. Acesso em: 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios.** Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano -

PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 27ª ed. rev. Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/perfil-socioeconomico-de-campo-grande-ms-edicao-2020/>. Acesso em: 06 mar. 2020.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 23ª ed. rev. Campo Grande, 2019. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/sedesc/downloads/perfil-socioeconomico-de-campo-grande-2019/>. Acesso em: 06 jul. 2020.

CAMPO GRANDE. Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 24ª ed. rev. Campo Grande, 2017. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/wp- content/uploads/sites/18/2018/01/perfil-socioeconomico-2017.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Gestão Urbana – SEMADUR. **Córrego Limpo, Cidade Viva – Bacias Hidrográficas – Córrego Segredo. 2020.** Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/canais/corrego-limpo-cidade-viva-corregos/>. Acesso em: 06 set. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. ARCA - ARQUIVO HISTÓRICO DE CAMPO GRANDE**. Artigos – Rua Maracajú.** Campo Grande – MS. 2020. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/arca/artigos/r-maracaju/>. Acesso em 31 jul. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. ARCA - ARQUIVO HISTÓRICO DE CAMPO GRANDE. **Campo Grande**: Um divisor de águas. Campo Grande – MS. N. 14, 2009. Acesso em 31 jul. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. ARCA - ARQUIVO HISTÓRICO DE CAMPO GRANDE. . **Revista Arca**: Acervo - Downloads. 2020. Prefeitura Municipal de Campo Grande - MS. Disponível em: <http://portal.capital.ms.gov.br/arca/canaisTexto?id_can=4043>. Acesso em: 31 jul. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. ARCA - ARQUIVO HISTÓRICO DE CAMPO GRANDE. **Revista Arca**: Imagens da História. Campo Grande – MS. N. 2515, 2011. Acesso em: 31 jul. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. SEMADUR. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana. **Programas e Projetos - Córrego Limpo - Segredo**. 2009. Prefeitura Municipal de campo Grande - MS. Disponível em: <http://portal.capital.ms.gov.br/semadur/print/6398>. Acesso em: 31 jul. 2020.

CAMPO GRANDE/MS. SEMADUR. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana. **Relatório Anual de Monitoramento do Programa Córrego Limpo**. Qualidade das Águas Superficiais de Campo Grande – MS. Relatório 2018. 2018. Prefeitura Municipal de campo Grande - MS. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/wp-content/uploads/sites/24/2019/07/RELAT%C3%93RIO-ANUAL_MONITORAMENTO_PROGRAMA-C%C3%93RREGO-LIMPO-2018_.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Projeto Campo Grande, Estado Mato Grosso do Sul, Folha Campo Grande - SF.21.** 1999. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/

plgb/cgrande/campogrande_geologia.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.
CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Projeto Campo Grande, Estado Mato Grosso do Sul, Folha Campo Grande - SF.21. Carta Geológica.** 1999. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/cgrande/campogrande_ctgeologica.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.
EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos … [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF. 2018. 356 p.
FÉLIX, Rejane Alves. **A Bacia Hidrográfica Do Segredo E Seus Recorrentes Casos De Enchentes E Alagamentos Ocorridos Entre Os Anos De 2000 E 2021 Em Campo Grande - MS**. 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2022.
FUJIHARA, Fernanda Lika; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Estudo de sistemas de drenagem na fonte**: critérios de concepção e parâmetros de dimensionamento. Campinas: Unicamp, 2020. 1 slide, color. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xixcongresso/paineis/074840.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.
GAIGHER, Cláudia. **Com histórico de inundações, Campo Grande registra problemas nas mesmas regiões há 10 anos.** 2019. TV Morena. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2019/03/02/com-historico-de-inundacoes-campo-grande-registra-problemas-nas-mesmas-regioes-ha-10-anos.ghtml>. Acesso em: 22 abr. 2021.
G1, Jornal Eletrônico. **Tempestade alaga ruas, avenidas e casas, arrasta carros, derruba árvores e fecha momentaneamente aeroporto de Campo Grande: A chuva veio acompanhada de rajadas de vento que passaram dos 60 quilômetros por hora**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2018/10/03/tempestade-alaga-ruas-avenidas-e-casas-arrasta-carros-derruba-arvores-e-fios-e-fecha-temporariamente-aeroporto-de-campo-grande.ghtml>. Acesso em: 15 jul. 2020.
INMET, Instituto Nacional de Meteorologia -. **Mapas de Precipitação Anual.** 2021. INMET. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 03 ago. 2021.
INMET, Instituto Nacional de Meteorologia -. **Mapas de Temperatura Anual**. 2021. INMET. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 03 ago. 2021.
Jornal Eletrônico Correio do Estado (Mato Grosso do Sul). **Engenheiro que elaborou Plano de Drenagem diz que revisão da obra é necessária**. 2016. Disponível em: <https://www.correiodoestado.com.br/cidades/campo-grande/sem-manutencao-obra-de-canalizacao-da-maracaju-corre-risco/268455/>. Acesso em: 09 jul. 2020.
JORNAL ELETRÔNICO MIDIAMAX (Mato Grosso do Sul). **Secretário de Obras da Capital culpa 'drenagem insuficiente' pelos estragos da chuva.** 2011. Disponível em: https://www.midiamax.com.br/cotidiano/2011/secretario-de-obras-da-capital-culpa-drenagem-insuficiente-pelos-estragos-da-chuva/. Acesso em: 23 jul. 2020.
LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Marina de Andrade Marconi; Eva Maria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003.
MATO GROSSO DO SUL. CEMTEC. **Boletins Meteorológicos.** 2020. Disponível em:

<https://www.cemtec.ms.gov.br/boletins-meteorologicos/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

OLIVEIRA, Viviane; FEITOSA, Liana. **Antes de "sumir" do cenário, córregos abasteceram e causaram transtornos.** 2015. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/reportagens-especiais/antes-de-sumir-do-cenario-corregos-abasteceram-e-causaram-transtornos>. Acesso em: 09 mar. 2020.

PALHETA, Fernanda. **Mapeamento indica 33 pontos críticos de alagamento em Campo Grande: De acordo Defesa Civil Municipal, o número de pontos críticos de alagamento e inundações em Campo Grande cresceu 153% em três anos.** 2020. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/mapeamento-indica-33-pontos-criticos-de-alagamento-em-campo-grande>. Acesso em: 06 jul. 2020.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. (Orgs.) **Desastres Naturais: Conhecer Para Prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

YOUTUBE. **Chuva em Campo Grande-MS/Av.Ernesto Geisel/Rotatoria da Rachid Neder (26/01/2012).** 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Jk7hdytjOIM>. Acesso em: 23 jul. 2020.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4021

A GEODIVERSIDADE DO PARQUE ESTADUAL CÂNION DO RIO POTI, PIAUÍ

THE GEODIVERSITY OF THE STATE PARK CANYON OF POTI RIVER, PIAUÍ

LA GEODIVERSIDAD DEL PARQUE ESTATAL DEL CAÑÓN DEL RIO POTI, PIAUÍ

Francisco Wellington de Araujo Sousa[1]
Iracilde Maria de Moura Fé Lima[2]

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo realizar uma caracterização da geodiversidade do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí, destacando os aspectos relacionados a geologia, relevo e hidrografia, como patrimônio geológico, geomorfológico e hídrico existente na área do Parque. A metodologia correspondeu ao levantamento de referenciais teóricos; observações diretas locais quanto aos aspectos geológico-geomorfológico e hídricos; e organização de mapas temáticos da área de estudo. A pesquisa torna-se importante para a discussão sobre o patrimônio natural nesta região, uma vez que os principais resultados demonstraram que o Parque Estadual do Cânion do rio Poti exibe em sua área uma notável geodiversidade, com destaque para quatro geomorfossítios, em que as feições geológicas, geomorfológicas e hídricas representam um rico patrimônio natural, de grande valor estético, científico e turístico, sendo então importantes elementos para a prática do geoturismo na região.

Palavras-chave: Patrimônio Geológico-geomorfológico. Geoconservação. Geoturismo.

ABSTRACT: This work aimed to carry out a characterization of the geodiversity of the Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí, highlighting the aspects related to geology, relief and hydrography, such as geological, geomorphological and hydric heritage existing in the Park area. The methodology corresponded to the survey of theoretical references; direct local observations regarding geological-geomorphological and hydric aspects; and

1 Prof. Mestre em Geografia, Instituto Federal do Piauí. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2667-3206. E-mail:wellingtongeo88@gmail.com.
2 Profa. Doutora em Geografia, Universidade Federal do Piauí. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3936-180X. E-mail: iracildemourafelima@gmail.com.

Artigo recebido em junho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

organization of thematic maps of the study area. The research becomes important for the discussion about the natural heritage in this region, since the main results showed that the Poti River Canyon State Park exhibits a remarkable geodiversity in its area, in which the geological, geomorphological and water features represent a rich natural heritage, of great aesthetic, scientific and tourist value, being essential elements for the practice of geotourism in the region.

Keywords: Geological-geomorphological Heritage. Geoconservation. Geotourism.

RESUMEN: Este trabajo tuvo como objetivo realizar una caracterización de la geodiversidad del Parque Estatal del canión del Rio Poti, Piauí, destacando los aspectos relacionados a la geología, relieve e hidrografía, como patrimonio geológico, geomorfológico e hídrico existente en el área del Parque. La metodología correspondió a la encuesta de referenciales teóricos; observaciones directas locales cuanto a los aspectos geológico-geomorfológico e hídricos; y organización de mapas temáticos del área de estudio. La investigación se vuelve importante para la discusión sobre el patrimonio natural en esta región, una vez que los principales resultados mostraron que el Parque Estatal del Cañón del Rio Poti muestra en su área una notable geodiversidad, con destaque para cuatro geomorfositos, en que las características geológicas, geomorfológicas e hídricas representan un rico patrimonio natural, de gran valor estético, científico y turístico, siendo entonces importantes elementos para la práctica del geoturismo en la región.

Palabras clave: Patrimonio natural y cultural. Geoconservación. Geoturismo.

INTRODUÇÃO

Segundo Jorge e Guerra (2016, p. 152), "a geodiversidade sempre teve um papel fundamental nas atividades dos seres vivos". Todavia, "ao contrário da biodiversidade, o conceito de geodiversidade ainda é pouco conhecido e, consequentemente, é pouco divulgado pela sociedade" (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008, p. 16).

De acordo com Gray (2004), a utilização do termo geodiversidade teve início primeiramente em um encontro entre geólogos e geomorfólogos na década de 1990, com o intuito de proteger os elementos da natureza não bióticos. Desse modo, Sharples (1995, p. 37), destaca que o conceito de geodiversidade pode ser entendido como: [...] a diversidade geológica (formações rochosas), geomorfológica (formas da terra) e de feições do solo, bem como suas formações, sistemas e processos.

Na visão de Gray (2004), a geodiversidade é o equivalente abiótico da biodiversidade e pode ser definida como a variedade natural de feições geológicas (onde se inclui rochas, minerais e fósseis), a diversidade geomorfológica (paisagens, processos) e a variedade de solos. Conforme Brilha (2005, p. 17), a geodiversidade é entendida como a "variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos geradores de paisagens, rochas, minerais,

fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra". O Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2006a) ao conceituar a geodiversidade destaca além dos solos, rochas, fósseis e relevo, o aspecto hídrico como componente da natureza abiótica.

Araujo e Pereira (2016) comentam que os recursos hídricos além de sua importância socioecômica, também possuem uma relação intrínseca com os demais elementos abióticos que compõem a geodiversidade. Para esses autores "Os recursos hídricos atuam e transformam esses elementos que, por sua vez, influenciam fortemente as relações da Humanidade com o território e a paisagem" (ARAUJO; PEREIRA, 2016, p. 99).

Dessa maneira, observa-se que há no debate atual em volta do conceito de geodiversidade a contribuição de uma gama de autores, que definem este termo com conotações variadas, embora não discordem no aspecto essencial: a sua condição de recurso natural abiótico. Nesse sentido, Sousa e Lima (2019, p. 4) colocam que "no âmbito da discussão sobre o termo geodiversidade, muitos outros conceitos tornaram-se importantes no estudo das geociências", dentre eles o de Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo.

Sharples (2002) afirma que o patrimônio geológico é denominado como o conjunto de recursos naturais não-renováveis, de valor científico, cultural ou educativo, que permite conhecer, estudar e interpretar a história da evolução geológica da Terra e os processos que amodelaram. Para Brilha (2016), o patrimônio geológico deve considerar elementos de geodiversidade com excepcional valor científico e, quanto a relevância, um patrimônio geológico só pode ser internacional ou nacional.

Outro conceito relacionado à geodiversidade compreende a geoconservação, que compreende de acordo com Sharples, (2002) na preservação da geodiversidade de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos.

No que se refere ao geoturismo, Brilha (2005, p. 121) descreve que o termo compreende uma atividade que se baseia na geodiversidade e está atrelada a geoconservação, já que um destino que apresente potencialidades geoturísticas deve garantir a sustentabilidade dos geossítios, integrando o que se conhece como ecoturismo que visa "a visita responsável a áreas naturais conservando o ambiente e melhorando o bem-estar das populações locais".

Segundo Nascimento (2010) o geoturismo, em uma perspectiva de Geoparque, é apontado como uma atividade de extrema importância para a conservação do patrimônio geológico e é recomendado que, nestas áreas, esta opção de turismo seja reconhecida e amplamente difundida e valorizada.

Nesse contexto, Sousa e Lima (2019) comentam que o Estado do Piauí tem grande destaque quando se discute a sua geodiversidade, pois, em seu território podem ser encontradas uma variedade de paisagens geológicas e geomorfológicas, formadas em sua maioria em terrenos sedimentares da Bacia do Parnaíba. Para esses autores, a variedade de paisagens (formas de relevo principalmente) presentes no Piauí, possibilita ao Estado se tornar um importante centro nacional para a prática do geoturismo.

Portanto, entre os locais que apresentam um potencial geoturístico no âmbito da beleza cênica, sendo considerado um patrimônio geológico e geomorfológico, destaca-se o Parque

Estadual do Cânion do rio Poti, localizado na porção sudeste do estado do Piauí. O parque detém atributos que requerem estudos sobre a geodiversidade, devido sua importância quanto aos aspectos geológicos, geomorfológico, hidrográfico e paleontológico, assim como sua relevância no que concerne a preservação da fauna e flora do bioma caatinga e do patrimônio histórico-cultural existente nessa Unidade de Conservação.

Deve-se salientar que a área do Cânion do rio Poti se encontra atualmente incluído numa proposta para criação de um geoparque, por apresentar um expressivo e singular patrimônio geológico e geomorfológico (BARROS, 2016; 2022). Os estudos dessa proposta ainda estão em fase de elaboração, mas tal iniciativa já configura a tentativa de valorização da geodiversidade da região, sendo uma importante estratégia de geoconservação (CPRM, 2017), a exemplo das propostas consolidadas de criação dos Geoparques no Estado do Piauí: Serra da Capivara (BARROS *et al.,* 2012) e Sete Cidades–Pedro II (SILVA; LIMA, 2017).

Diante dessa importância, objetivou-se nesta pesquisa realizar uma caracterização da geodiversidade do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí, destacando os aspectos relacionados a geologia, relevo e recursos hídricos como patrimônio natural existente na área do parque. A realização do estudo se justifica pela grande importância geológica que o parque possui no contexto da história geológica da Terra, assim como certamente se constituirá uma contribuição com dados essenciais que caracterizam essa Unidade de Conservação, principalmente no que se refere ao mapeamento dos aspectos da geodiversidade da área.

METODOLOGIA

Como etapas metodológicas da pesquisa, foi realizado inicialmente um levantamento bibliográfico baseado em leituras e fichamentos de artigos, livros e outras fontes que abordam as concepções teóricas que fundamentaram o estudo, assim como foram realizadas pesquisas em *sites* de órgãos e outras fontes como suporte para a caracterização da Parque Estadual do Cânion do rio Poti.

Em seguida foram elaborados os mapeamentos da área de estudo, por meio de técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Inicialmente foi elaborado o mapa de localização da área de estudo, utilizando como referências uma dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) e da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR, 2017).

No processo de elaboração dos mapas de geologia, e solos, todos com a identificação dos cursos d'água de maior expressão, foram utilizados os *shapefiles* da base de dados disponíveis no *site* do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Esses dados consistem em uma atualização dos estudos do projeto RADAMBRASIL, correspondente à Folha SB.24 – Jaguaribe, realizada pelo IBGE (2018), em escala de 1:250.000.

Os mapas hipsométrico e de declividade foram elaborados tendo como fonte os dados de altimetria *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), folhas 04S42_ZN

e 05S42_ZN, no formato *geotiff*, 32 *bits*, resolução de 30 metros, obtidos no portal eletrônico do banco de dados geomorfométricos do Brasil Topodata do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE).

Ressalta-se que os mapas foram elaborados no programa QGis versão livre 2.18. O referencial geodésico foi o Sistema de Referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), Zona 24 Sul, sendo este o *Datum* oficial adotado no Brasil.

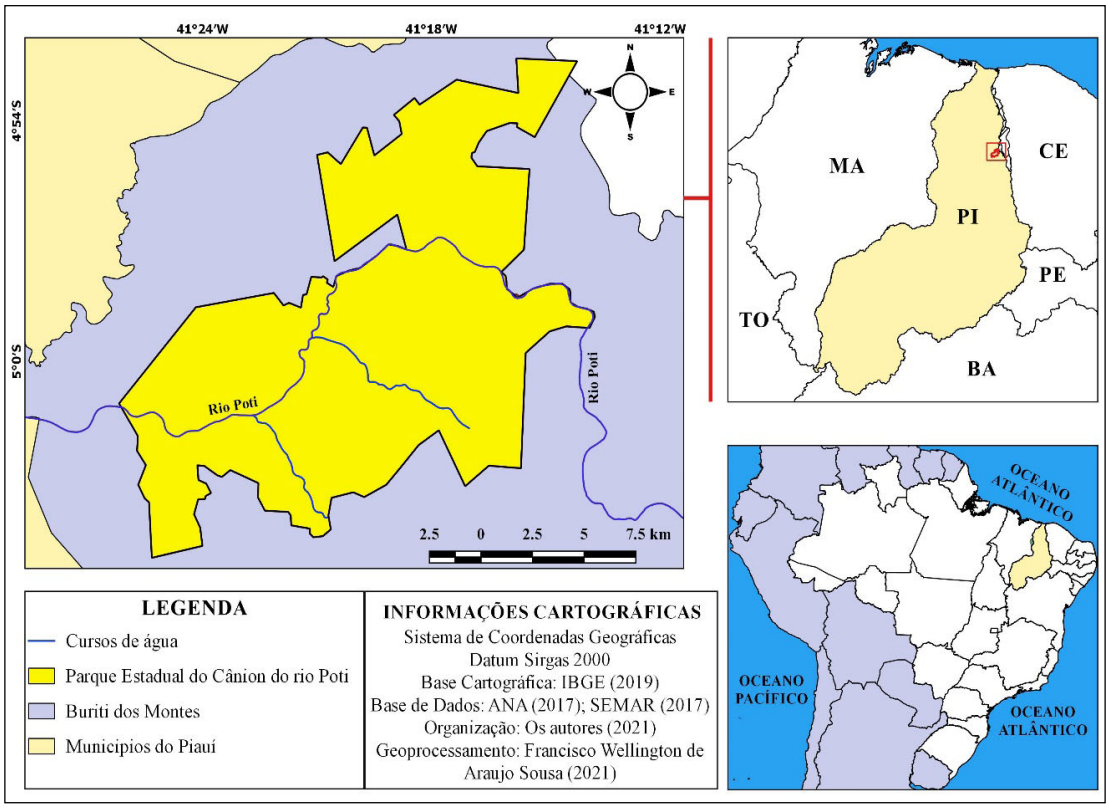
Também foi realizado trabalho de campo, com o objetivo de observar as paisagens naturais da área de estudo, com enfoque principalmente nas feições geológicas e geomorfológicas do Parque Estadual do Cânion do rio Poti. Esta etapa foi realizada no ano de 2021, tendo como materiais de apoio mapas, GPS, máquina fotográfica e caderneta de anotações.

CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO CÂNION DO RIO POTI

Localização Geográfica

O Parque Estadual do Cânion do rio Poti encontra-se localizado no Sudeste do Estado do Piauí, distante aproximadamente 230 km da capital Teresina. Encontra-se no município de Buriti dos Montes com uma área de aproximadamente 24.772,23 ha (PIAUÍ, 2017), inserido no território de Desenvolvimento dos Cocais (Figura 1).

Criado em 18 de outubro de 2017 pelo decreto nº. 17.429, este Parque é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (PIAUÍ, 2017), localizada em um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Poti, no semiárido piauiense. O Parque foi criado devido a várias motivações ligadas principalmente a preservação de um meio ambiente específico e de um dos mais importantes patrimônios naturais existentes no Piauí, o cânion do Poti. Destaca-se, ainda, na sua área a existência de dois sítios de gravuras rupestres que guardam os registros dos primeiros povos que habitaram as Américas, que correspondem os sítios de Conceição dos Marreiros e Poço Comprido (SEMAR, 2017).



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017); SEMAR (2017). Geoprocessamento: SOUSA (2021).

Figura 1. Mapa de localização do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Clima e Hidrografia

No que se refere aos aspectos climáticos, a região onde o Parque Estadual do Cânion do rio Poti se insere, o clima é caracterizado por uma instabilidade climática, com longos períodos sem chuvas, classificado por Koppen-Geiser como clima tropical quente com chuvas no inverno e estação seca no verão, na categoria representada pela sigla "As" (AGUIAR; GOMES, 2004).

Conforme estes autores esse tipo climático apresenta a temperatura mínima de 20ºC e máximas de 38ºC, e a precipitação pluviométrica média anual varia em torno de 700 a 1.600 mm, sendo os meses de fevereiro, março e abril o trimestre mais úmido da região e o restante do ano caracterizando-se como a estação seca.

Assim, estando localizado na região semiárida do Nordeste brasileiro, o Parque Estadual Cânion do rio Poti apresenta como principais características climáticas elevadas médias anuais de temperatura (27°C) e uma evaporação em torno de 2.000 milímetros, sendo as precipitações pluviométricas com média anual inferior a 800 milímetros, concentradas em até três a cinco meses no início do ano, sendo distribuídas de forma irregular no tempo e no espaço (BRASIL, 2005).

Desse modo, o parque encontra-se localizado na bacia hidrográfica do rio Poti, cuja bacia hidrográfica apresenta área total de aproximadamente 52.270 km^2. Este rio possui uma extensão total de aproximadamente 550 km, e corresponde ao segundo maior afluente

da margem direita do rio Parnaíba, sendo classificado como um rio Federal, pois percorre espaços de dois estados brasileiros: Piauí e Ceará (LIMA, 2020). De acordo com esta autora, o trecho correspondente ao médio curso do rio Poti e tem início na borda soerguida da Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde forma um planalto do tipo *cuesta*. Lima (2020, p. 35) ainda acrescenta que a área total desse trecho é de "aproximadamente 34.080 km^2, representando cerca de 65% do total da bacia, onde o rio Poti percorre uma extensão aproximada de 250 Km, excluindo-se o trecho de litigio Piauí/Ceará, que é de cerca de 20 Km".

Conforme Barros (2017; 2022), o traçado sinuoso do rio Poti configura-o como um rio cataclinal ou consequente, ao cortar estruturas geológicas e seguir o declive das camadas, aprofundando seu leito e esculpindo seus paredões. Ainda conforme o mesmo autor, o aprofundando do leito do Poti foi resultado da ação mecânica das águas que se direcionam para oeste, a partir deste cânion.

Assim, o regime pluviométrico e o mergulho das camadas sedimentares para o interior da bacia sedimentar a partir do contato com a Depressão Cristalina, onde tem o seu alto curso, fazem com que o regime fluvial da área em estudo se caracterize pela predominância de afluentes do rio Poti com regime efêmeros e temporários, onde se destacam os riachos da Salina e o das Cangalhas pela margem, direita, que possuem 25,14 e 25,25 km de extensão respectivamente. No entanto, no trecho do Parque o rio principal desta drenagem, o Poti, apresenta-se com regime permanente o ano todo, em função da alimentação de águas subterrâneas, por cortar os aquíferos Serra Grande e Pimenteiras que apresentam grande contribuição para a alimentação de base desta região onde se encontra o Parque (LIMA, 2020).

Vegetação e fauna

Associado às condições climáticas da região, o Parque Estadual do Cânion do rio Poti se caracteriza pelo Domínio Morfoclimático da Caatinga (AB'SABER, 2003) com presença de uma vegetação com características específicas de adaptação ao período de estiagem, perdendo toda sua folhagem, restando apenas os galhos secos e cinzentos. A vegetação de caatinga apresenta "espécies lenhosas espinhosas, entremeadas de plantas suculentas, sobretudo cactáceas, que crescem sobre um solo, em geral, raso e que quase sempre pedregoso. As árvores são baixas, raquíticas com troncos finos e esgalhamento profuso" (IBGE, 2019, p. 155).

Desse modo, entre as espécies da flora que caracterizam a área de estudo destacam-se: o pau d'arco (*Handroanthus serratifolius*), maniçoba (*Manihot caerulescens*), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus*); xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), palma (*Opuntia ficus-indica*) e quipá (*Opuntia inamoena*), constituem exemplos da flora que caracterizam a área em estudo.

Em relação à fauna, na região do Cânion do rio Poti existem espécies do bioma caatinga que se encontram ameaçadas de extinção como é o caso do Tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), da Onça-parda ou Suçuarana (*Puma Concolor*), Gato-mourisco *(Puma yaguarondi)* e do Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus)* (SEMAR, 2017; MOURA FÉ, 2020).

CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO PARQUE ESTADUAL DO CÂNION DO RIO POTI

Contexto Geológico e Geomorfológico

O contexto geológico do Parque Estadual do Cânion do rio Poti é caracterizado pela Província Parnaíba, denominada anteriormente de Província Sedimentar do Meio-norte. GÓES *et al*. (1990) destacam que essa estrutura ocupa uma área de 600.000 km² e corresponde à primeira unidade de sedimentação da bacia sedimentar do Parnaíba. Estes autores, ao caracterizarem esta Província geológica identificam seu processo evolutivo como policíclico, tendo suas demais unidades estruturais denominadas Bacia das Alpercatas e Bacia do Grajaú, que se formaram posteriormente, ou seja, do Mesozoico ao Cenozoico Inferior, conforme destacam também Bahia *et al.* (2003).

Observar que no extremo sul do Piauí, uma pequena porção desta Província encontra-se recoberta pelas formações Areado e Urucuia, que correspondem a uma extensão da Província Sanfranciscana, formando a Chapada das Mangabeiras, onde o rio Parnaíba tem suas nascente principal (LIMA et al, 2017).

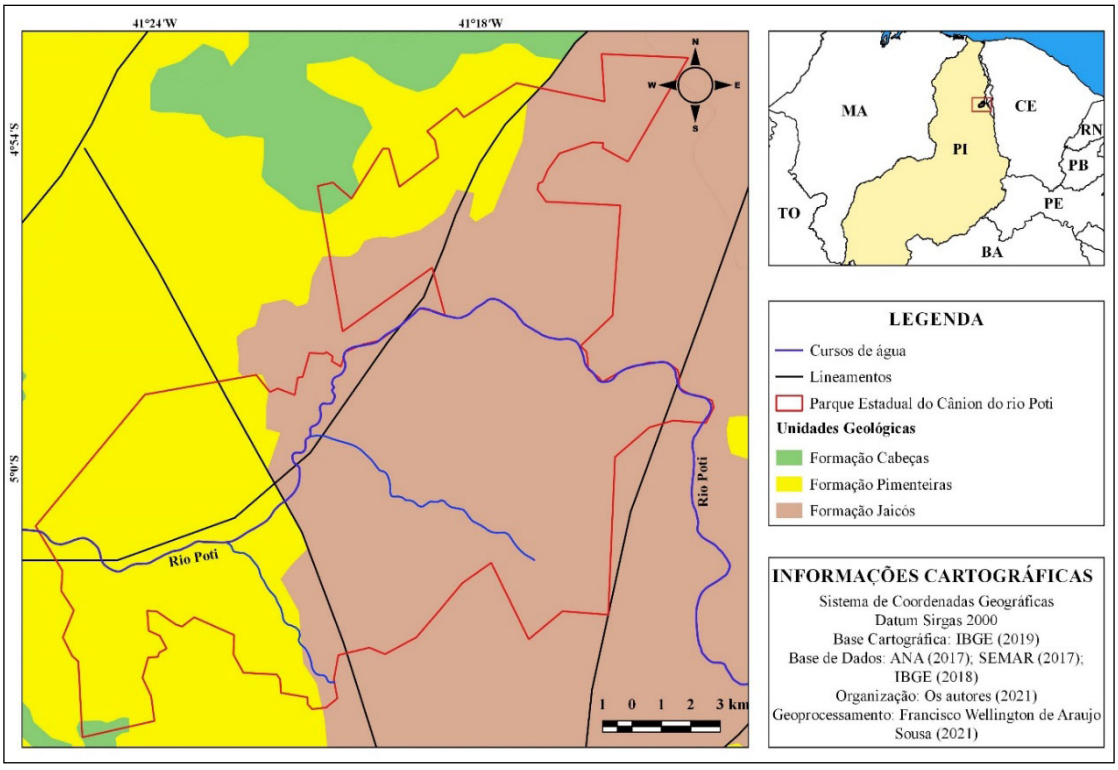
Claudino-Sales (2002) discorre sobre uma sequência evolutiva do relevo desta porção este da Bacia Sedimentar Paleozoica do Parnaíba, conforme as seguintes etapas: orogênese Brasiliana; erosão e colapso da cadeia brasiliana; separação dos continentes sul-americano e africano; ação erosiva regional aplainando litologias mais frágeis que hoje respondem pela depressão Sertaneja e ressaltando as mais resistentes que configuram os atuais maciços cristalinos residuais.

Nesse contexto, o mapeamento realizado com base nos dados do IBGE (2018), possibilitou a identificação no Parque Estadual do Cânion do rio Poti de rochas pertencentes às sequencias Siluriana e Devoniana dos Grupos Serra Grande e Canindé da Bacia Sedimentar do Parnaíba, embora no contato inicial com a Bacia Sedimentar no assoalho do cânion aflorem rochas do embasamento do Pré-Cambriano, base do seu alto curso do rio Poti, passando a ter como base, já no trecho do Parque, as rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, que se formaram durante os períodos Siluriano (Formação Jaicós) e o Devoniano (Formação Cabeças e Pimenteiras), conforme se observa no mapa da Figura 2.

Depositada há aproximadamente 420 milhões de anos em ambientes fluvial, marinho raso e glacial, o Grupo Serra Grande compreende a unidade basal da bacia Sedimentar do Parnaíba, estando subdividida nas formações Ipu, Tianguá e Jaicós. Esse grupo tem extensão de 23.300 km², aflorando com altitude de 200 a 1.000 m na divisa entre o Ceará e o Piauí (RADAMBRASIL, 1981). Conforme Lima (1982), as camadas sedimentares desse grupo se dispõem sucessiva e paralelamente em camadas sub-horizontais, com uma declividade de 2° a 10°, de leste para oeste, em direção ao interior à bacia.

A área do parque onde afloram as rochas da Formação Jaicós, conforme se observa no mapa de geologia, corresponde a cerca de 64,58%. Essa formação possui 360 m de espessura, estando concordante à Formação Tianguá (também do Grupo Serra Grande), composta por arenitos de cor cinza esbranquiçada, com granulometria de médios, grossos, muito grossos

e com estruturação cruzada tabulada e acanalada (CPRM, 2006b; CARVALHO; SANTOS, 2009). Sobreposta a esta unidade, aflora a Formação Pimenteiras, depositada em ambiente marinho raso, há aproximadamente 380 milhões de anos, ocupando 34,85% da área do Parque, o que corresponde a cerca de 86,30 km2. Apresenta em sua composição uma alternância de estratos pouco espessos de arenitos finos, argilosos, subangulosos, cinza a avermelhados, com folhelhos cinza-escuros a marrom-avermelhados, micáceos, contendo delgadas intercalações de siltitos (CPRM, 2006b; LIMA; BRANDÃO, 2010).



Fonte: IBGE (2019; 2018); ANA (2017); SEMAR (2017). Geoprocessamento: SOUSA (2021).

Figura 2. Mapa de geologia do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

A terceira unidade aflorante, a Formação Cabeças, foi depositada no Devoniano Médio, corresponde a que tem menor representatividade no Parque com um total de 0,57%, ocupando em torno de 1,41 km^2. Ela se originou em ambientes fluvial, estuarino e marinho raso, constituída por uma predominância de arenitos médios a finos, por vezes grosseiros, pouco argilosos. Ainda se intercalam, subordinadamente, siltitos laminados e folhelhos micáceos de coloração arroxeada e avermelhada (CPRM, 2006b; LIMA; BRANDÃO, 2010).

Observa-se ainda com base no mapa da Figura 2, o rio Poti seguindo uma falha geológica na área do parque em estudo. Deve-se ressaltar que esse rio já adentra o Estado do Piauí seguindo a falha que é responsável por mudar seu curso, que até então seguia, possivelmente, em direção ao mar, na altura do município de Buriti dos Montes, tendo a rede de drenagem e a instalação do cânion do rio Poti, sofreram influências dos lineamentos Transbrasiliano e Picos-Santa Inês bem como da Falha de Tauá (BARROS, 2017; LIMA, 1982; 2020).

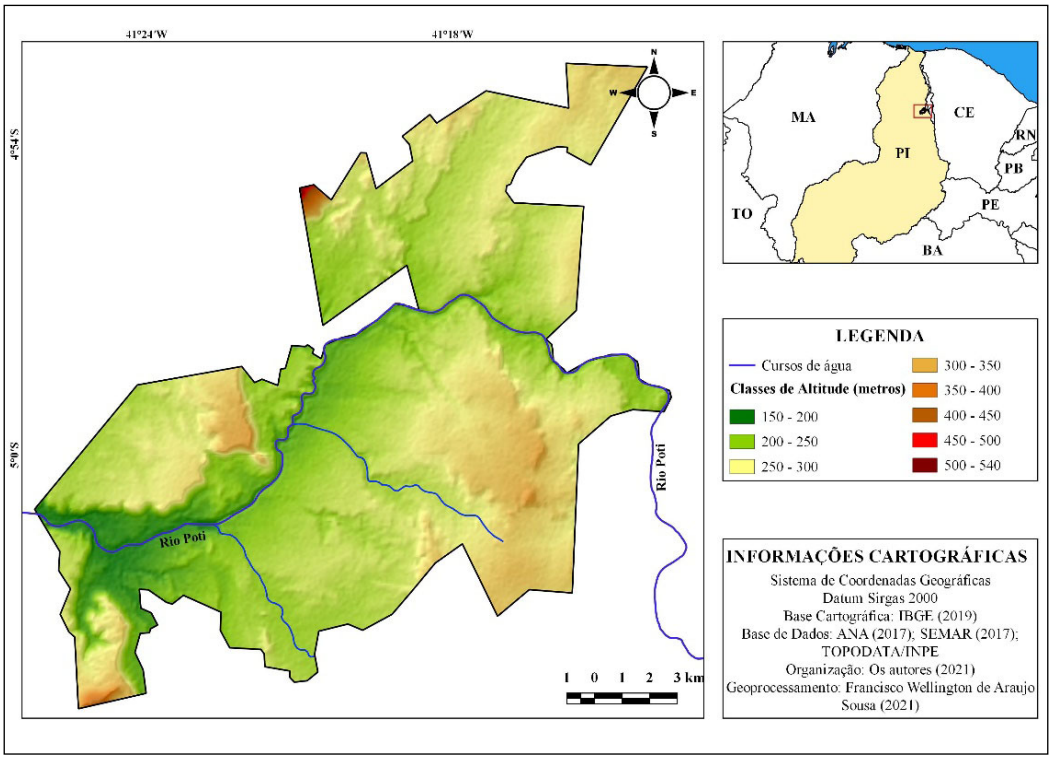
De acordo com Carvalho e Santos (2009), o Lineamento Transbrasiliano tem direção NE/SO, traspassando a Província denominada de Província Parnaíba (BIZZI *et al.* (2003), enquanto o Lineamento Picos-Inês encontra-se cruzando essa Província na direção SE-NO, sendo ambos responsáveis pelo direcionamento do encaixamento regional do rio Poti, nos trechos de seus médio e baixo cursos (LIMA, 1982; 2020).

Torna-se relevante observar que, mesmo o rio Poti tendo regime de água superficial temporário em grande parte de seu curso, as características hidrogeológicas da área do Parque têm grande importância, pois a região é caracterizada pela recarga do aquífero do Grupo Serra Grande e Formação Pimenteiras (Grupo Canindé), maiores responsáveis pelo caráter perene do rio Poti no trecho do cânion e pelo abastecimento das comunidades da região (SEMAR, 2017).

De acordo com Barreto e Costa (2014), o cânion do rio Poti no contexto geomorfológico, é classificado como um segmento de *cuesta*, ou seja, um relevo dissimétrico, formado por um perfil côncavo em declive íngreme e do outro por um planalto sedimentar suavemente inclinado (PENTEADO, 1980). Os três cortes N-S na área mais elevada deste cânion (LIMA, 2020) mostram suas diferenças topográficas e os níveis de conservação e dissecação nas porções mais elevados nas seções norte e sul do relevo da cuesta regional da Ibiapaba/Serra Grande.

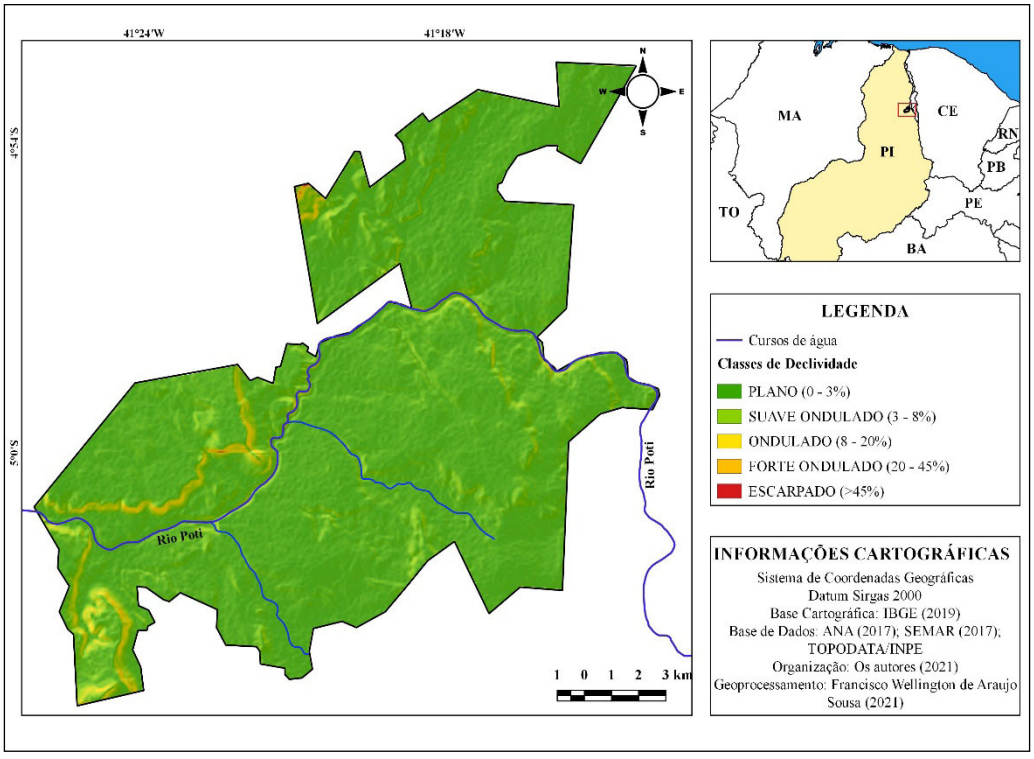
Conforme mapeamento realizado a partir dos dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM, verificou-se que as características de amplitude altimétrica se apresentam na área de estudo com uma variação entre a altitude máxima e altitude mínima de 390 metros, cuja altitude mínima é de 150 m, enquanto sua altitude máxima chega a 540 m. Deve-se destacar que predominam as altitudes situadas entre 200 a 400 m, que ocorrem por 81,75% do parque, seguidas da classe de 150 a 200 m, cuja ocorrência dá por 8,93% da área estudada, enquanto as altitudes que variam de 400 a 540 m, se distribuem por 9,32%. A Figura 3 destaca o mapa de hipsometria do Parque Estadual do Cânion do rio Poti.

Com relação à declividade das formas de relevo do Parque Estadual do Cânion do rio Poti (Figura 4), a classe de relevo plano é mais representativa ocupando 53,93% da área de estudo, tendo como base a Formação Jaicós e as Coberturas Detrito-lateríticas. O relevo com declive suave ondulado de 3 a 8% conforme Embrapa, se distribui por 31,63%. Por sua vez, 8,69% da área possui relevo com declividade ondulada (8 a 20% de declive), terceira mais representativa, seguida da classe forte ondulado (20 a 45%) que se distribui por 3,40% e escarpado (>45%) que corresponde a aproximadamente 2,35%.



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017); SEMAR (2017), TOPODATA/INPE. Geoprocessamento: SOUSA (2021).

Figura 3. Mapa de hipsometria do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

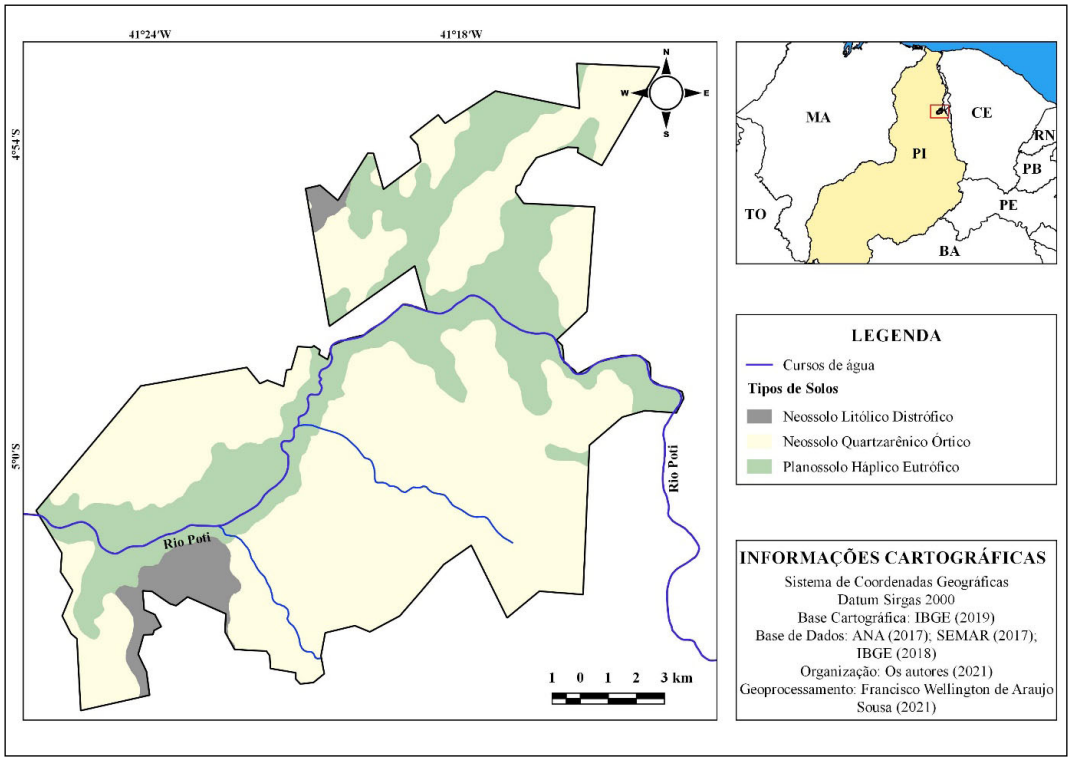


Fonte: IBGE (2019); ANA (2017); SEMAR (2017), TOPODATA/INPE. Geoprocessamento: SOUSA (2021).

Figura 4. Mapa de declividade do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Caracterização Pedológica

Quanto aos aspectos pedológicos, o mapeamento realizado a partir dos dados do IBGE (2018) permitiu a identificação de três tipos de solos: Neossolos Quartzarênico Órticos que ocupam uma área de 164,70 km² (66,53%); Planossolo Háplico Eutrófico, cuja ocorrência dá-se por 72,68 km² (29,35%) do referido parque e os Neossolos Litólicos Distróficos que se distribuem por 10,20 km² (4,12%) da área pesquisada (Figura 5).



Fonte: IBGE (2019; 2018); ANA (2017); SEMAR (2017). Geoprocessamento: SOUSA (2021).

Figura 5. Mapa de solos do Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Os Neossolos são os tipos de solos predominantes nesta área, e se caracterizam pela ausência de horizonte B (ou presença de horizonte B com espessura inferior a 10 cm). Esses solos apresentam desenvolvimento pedogenético pouco avançado, com grande variação de profundidade. Os Neossolos Litólicos apresentam profundidade de, no máximo 50 cm, com ocorrência de forma geral em relevo forte ondulado a montanhoso, e possuem pouca aptidão agrícola e elevado risco de erosão. Os Neossolos Quartzarênicos são solos que ocorrem em maior profundidade nesta área, porém são arenosos e que se formam em condições de material de origem rico em grãos de quartzo. Já os planossolos ocorrem longitudinalmente acompanhando o vale do rio Poti, se caracterizando por apresentarem mudança textural abrupta entre o horizonte ou horizontes superficiais (A e/ou E) e o subsuperficial. Apresentam uma ocorrência dominante em relevo suave ondulado e plano, sendo imperfeitamente à mal drenado (EMBRAPA, 2014; IBGE, 2019).

CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS COM RELEVANTE GEODIVERSIDADE

Os quatro locais a seguir caracterizados foram classificados neste trabalho como potenciais geossítios ou geomorfossítios, pela relevância de sua geodiversidade local, uma vez que os valores estético, científico, ecológico, cultural, econômico e turístico se mostram elevados nestes locais.

Cachoeira da Lembrada

A Cachoeira da Lembrada está localizada entre as coordenadas 04°58'47.68''S e 41°20'40.52''W, a uma altitude de 210 metros, situada na localidade Conceição dos Marreiros, município de Buriti dos Montes (Figura 6). Está assentada sobre rochas da Formação Cabeças, datadas do período Devoniano da era Paleozóica. Apresenta uma boa visibilidade litoestratigráfica, sendo que a partir desta Cachoeira tem início o processo de aprofundamento do cânion no leito do Poti, onde forma um batente ou ombreira litológica que resiste ao desgaste das rochas formando, como consequência, esta cachoeira (CPRM, 2022).



Fonte: Foto Cortesia de Juscelino Reis.

Figura 6. Cachoeira da Lembrada no Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Essa cachoeira tem sido amplamente divulgada e utilizada como local de interesse paisagístico, principalmente relacionado ao lazer e geoturismo. Seu potencial didático é considerado elevado, tendo em vista que na área e a partir dessa forma de relevo podem ser discutidos temas relacionados aos afloramentos rochosos e ao trabalho da erosão fluvial do rio

Poti, com destaque para a presença de marmitas, estratificações de rochas (plano-paralelas), processo de falhamentos e fraturamentos, além da vegetação e fauna da caatinga (Figura 7).

Segundo Guerra e Guerra (2008), as marmitas são conhecidas como cavidade vertical de boca circular, cônica a cilíndrica, decimétrica a métrica e com profundidade variável até decamétrica, escavada por redemoinhos em rocha ao longo do leito de rios e riachos.



Fonte: Foto cortesia de Juscelino Reis.

Figura 7. Marmitas na Cachoeira da Lembrada no Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Ainda na área de abrangência da cachoeira podem ser observadas feições que indicam movimentação de sedimentos por arraste com evidentes sinais de intemperismo físico, químico e biológico e presença de grande movimentação de blocos. É importante destacar que no local há presença de registros icnofósseis, que evidenciam a deposição em água rasa de um ambiente intermaré (CPRM, 2022; MEMORIA *et al*., 2021). Conforme Memoria et al. (2021), os vestígios fósseis ocorrem basicamente no arenito de estratificação cruzada *swaley*, representados por *Beaconites antarcticus, Bifungites cruciformis, B. munizi, Lockeia siliquaria, Nereites* isp. e *Rhizocorallium commune* como icnotáxons mais comuns.

Trecho Poço do Canalão

A área do Poço do Canalão compreende o trecho do cânion do rio Poti que apresenta imponentes paredões de grande beleza cênica (Figura 8), caracterizado por uma geologia composta pela Formação Jaicós principalmente, com presença de arenitos e conglomerados. Corresponde a um dos trechos de maior destaque do cânion do rio Poti

que, embora de amplitude mais modesta, o seu leito se encontra bem encaixado na falha geológica de direção NE-SO, e onde já se iniciou ocasionalmente a visitação turística na região, indicando que os valores estéticos, econômico e turísticos aí são bem elevados.

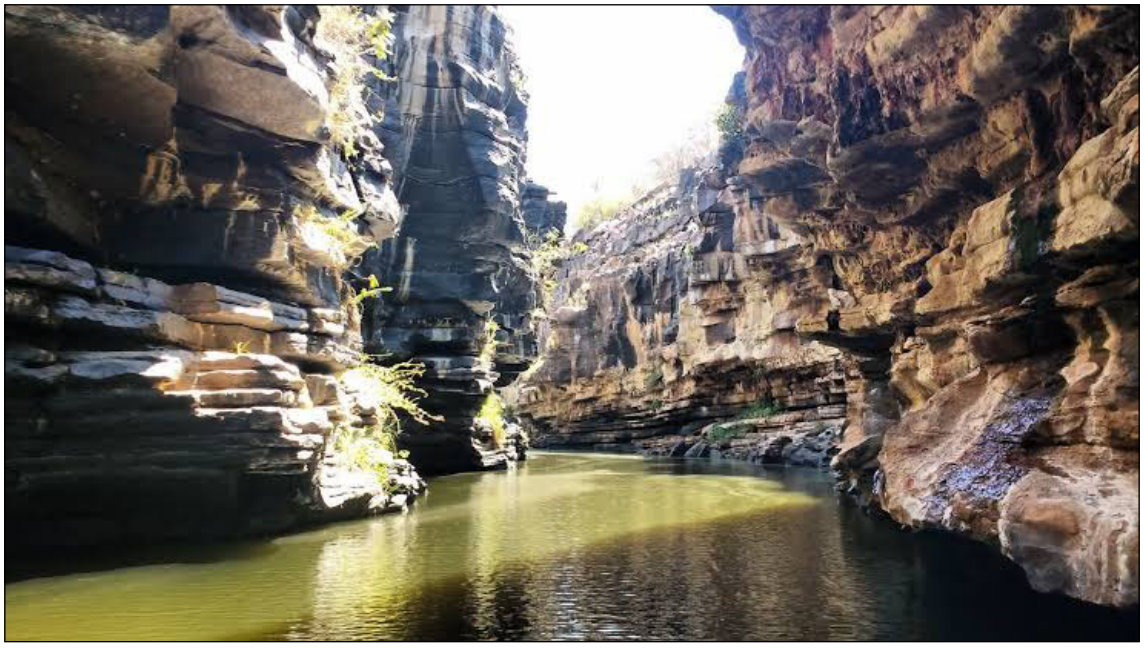


Fonte: Foto cortesia de Juscelino Reis.

Figura 8. Visão panorâmica do início do Poço do Canalão Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

O Poço do Canalão compreende, assim, uma feição geomorfológica caracterizada por grandes desfiladeiros onde a diferença entre o fundo da calha fluvial e o topo chega a dezenas de metros (Figura 9). O valor didático também é considerado elevado, sendo possível discutir dentre os elementos geológico-geomorfológicos os seguintes: sistema de fraturas e falhamentos em terrenos sedimentares, e o forte controle estrutural na organização da drenagem e em especial do cânion, que corresponde a uma forma de relevo fluvial.

A erosão diferencial e a queda de blocos rochosos são outros temas que podem ser estudados. A erosão diferencial, é entendido conforme Guerra e Guerra (2008) como o trabalho desigual dos agentes erosivos ao devastarem a superfície do relevo.



Fonte: Foto dos autores (2021).

Figura 9. Poço do Canalão no Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Trecho do Poço Comprido

O Trecho do Poço Comprido situa-se na porção leste da área do Parque do Cânion do rio Poti. Está assentado em sua maior parte na Formação Jaicós, com rochas formadas há aproximadamente 420 milhões de anos.

Nesta área se encontra um sítio arqueológico de gravuras rupestres localizado nas margens do rio Poti. Com elevado valor cultural, estas gravuras são consideradas patrimônios históricos, sendo de grande relevância antropológica, pois são registros dos primeiros povos que habitaram as Américas, conforme Nascimento *et al.* (2020) e Moura Fé (2020).

Nesse trecho também se localiza uma queda d'água importante: a Cachoeira do Poço Comprido. Essa cachoeira está situada entre as coordenadas 04°58'24.44''S e 41°15'47.35''W com uma altitude de 190 metros, sendo caracterizada pela Formação Jaicós. Em seus paredões formam encostas retilíneas esculpidas principalmente em arenitos trabalhados pelas águas do rio Poti em períodos de cheia de seu leito, dando-lhe uma aparência singular, conforme se observa na Figura 10.



Fonte: Foto cortesia de Juscelino Reis.

Figura 10. Poço Comprido no Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Observa-se, assim, que esta cachoeira possui valores ecológico, científico, didático, estético e turístico elevados, se destacando quanto à beleza cênica. Os principais interesses geológico/geomorfológicos possíveis de serem discutidos são: a estratificação de rochas, os processos fluviais, como o trabalho da erosão hídrica, principalmente implicando no transporte de sedimentos, corração e dissolução, além da formação de marmitas.

Cachoeira do Poço da Cruz

A Cachoeira do Poço da Cruz se localiza no ponto de coordenadas 05°1’47.22”S e 41°22’6.08”W com altitude de cerca de 205 metros, situando-se na Fazenda Enjeitada e compreende um setor do riacho da Salina, afluente do rio Poti. Esculpida na Formação Pimenteiras, esta cachoeira realça a presença de arenitos e siltitos, como se observa na Figura 11.



Fonte: SEMAR (2017).

Figura 11. Cachoeira do Poço da Cruz, no Parque Estadual do Cânion do rio Poti, Piauí.

Apresenta um valor estético e turístico elevado, pois a paisagem formada a partir da queda d'água apresentam um belo apelo paisagístico. O valor didático também é elevado, sendo possível discutir temáticas relacionadas à estratificação de rochas, fraturamentos e falhamentos, tendo como principais interesses as suas características geológico/geomorfológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das discussões apresentadas no presente trabalho, infere-se que o Parque Estadual do Cânion do rio Poti tem uma importância significativa, por contribuir principalmente para o desenvolvimento de práticas turísticas na região semiárida do Estado do Piauí. No parque pode-se observar uma diversidade de ambientes naturais que se reflete principalmente na geodiversidade, observados nos aspectos geológico-geomorfológicos e hídricos e, também, associados à biodiversidade do bioma Caatinga.

Deve-se salientar, ainda, a grande riqueza de vestígios arqueológicos e paleontológicos que o parque possui, a partir dos icnofósseis, das gravuras rupestres deixadas por grupos humanos primitivos e outros objetos de valor histórico (NASCIMENTO et al., 2020), o que permite ao parque ampliar o seu destaque, no contexto do patrimônio arqueológico e paleontológico.

Desse modo, a área de estudo se constitui uma importante Unidade de Conservação Estadual, apresentando uma notável geodiversidade, identificada no mapeamento e na

indicação de potenciais geossítios/geomorfossítios, apresentados neste trabalho, o que justifica a sua inclusão numa proposta de criação de novos Geoparques no Estado do Piauí. Os registros geológicos e os aspectos hidrográficos que se associam às formas de relevo locais apresentam grande valor científico, ecológico, didático e turístico destacando-se principalmente em relação à sua beleza cênica, ao contexto descritivo da história geológica da Terra, de suas feições atuais e de sua ocupação humana pretérita, constituem-se patrimônios natural e cultural inestimáveis, sendo relevante, portanto, para o desenvolvimento de práticas da geoconservação e do geoturismo orientado na região do Parque Estadual do Cânion do Rio Poti.

REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. (Org.). **Projeto de cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí:** diagnóstico do município de Castelo do Piauí. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004.

ARAUJO, A. M.; PEREIRA, D. I. Mapeamento do Potencial dos Recursos Hídricos e da Geodiversidade do Estado do Ceará (Brasil) com base em SIG. **Comunicações Geológicas**, v. 103, n. 1, 99-105, 2016.

BAHIA, R. B. C.; LOPES, R. C; SILVA, A. J. P.; VASCONCELOS A. M. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. *In*: BIZZI, L. A.; Gonçalves J. H.; SCHOBBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M. (eds.) **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003.

BARRETO, L. L.; COSTA, L. R. F. Evolução geomorfológica e condicionantes Morfoestruturais do cânion do Rio Poti, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.15, n.3, p. 411-424, 2014.

BARROS, J. S.; FERREIRA, R. V.; PEDREIRA, A. J.; GUIDON, N. Geoparque Serra da Capivara. *In*: SCHOBBENHAUS, Carlos.; SILVA, C. R. (Orgs.). **Geoparques do Brasil:** propostas. CPRM, V. 1, p. 493-542, 2012. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/1209>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BARROS, J. S.; Proposta Geoparque Cânion do rio Poti: um cenário da história geológica planetária da bacia do Parnaíba. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48, 2016, Porto Alegre - RS. **Anais...**São Paulo - SP: Sociedade Brasileira de Geologia, 2016. Disponível: http://sbgeo.org.br. Acesso em: 24 abr. 2022.

BARROS, J. S. Cânion do rio Poti: um cenário da história geológica planetária da Bacia do Parnaíba. **Revista da Academia de Ciências do Piauí,** v. 3, n. 3, p.72 – 90, Jan/Jun, 2022.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília. Brasília/DF: MI-SPDR, 2005.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, Springer Berlin Heidelberg, v. 8. 2016.

CARVALHO, M. S. S.; SANTOS, M. E. C. M. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM, 2009.

CLAUDINO-SALES, V. **Les littoraux du Ceará – Evolution géomorphologique de la zona côtière de l'Etat du Ceará, Nord-est du Brésil**. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sorbonne, 534p., 2002.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. Brasília: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 2006a. 68 p.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí.** 2ª Versão. Teresina, 2006b.

GÓES, A. M. O.; SOUZA, J. M. P; TEIXEIRA, L. B. Estagio exploratório e perspectivas petrolíferas da bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 4, jan./mar., p.55-64, 1990.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IBGE. **Províncias Estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LIMA, I. M. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ. Rio de Janeiro, 1982.

LIMA, I. M. M. F. Bacia hidrográfica do rio Poti: ambientes e paisagens de transição. In: LIMA, I. M. M. F.; ALBUQUERQUE, E. L. S. (org.). **Rio Poti:** caminhos de suas águas. Teresina: EDUFPI, 2020, p. 15-63.

LIMA, I. M. M. F.; LIMA, A. B.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Nascentes do Rio Parnaíba: usos e conservação da terra e da água. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.** E-Book, Campinas (SP): UNICAMP, v. 1, p.594-605, 2017: .

LIMA, E. A. M.; BRANDÃO, R. L. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs.). **Geodiversidade do estado do Piauí** - programa Geologia do Brasil - levantamento da Geodiversidade. Recife: CPRM, 2010.

MEMORIA, S. C.; NETTO, R. G.; ANDRADE, L. S.; SEDORKO, D.; CISNEIROS, J. C.; AGOSTINHO, S. M. Ichnofauna from the Silurian–Devonian beds of the Parnaíba Basin at Poti River Canyon (Piauí State, NE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. n/a, p.103376.

MOURA FÉ, C. A. Parque Estadual do Cânion do rio Poti. In: LIMA, I. M. M. F.; ALBUQUERQUE, E. L. S. (org.). **Rio Poti:** caminhos de suas águas. Teresina: EDUFPI, p. 115-154, 2020.

NASCIMENTO, M. A. L**.**. Diferentes Ações a Favor do Patrimônio Geológico Brasileiro.

Estudos Geológicos. Série B, Estudos e Pesquisas (UFPE), v. 20, p. 81-92, 2010.
NASCIMENTO, M. A. L., RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo:** trinômio importante para conservação do patrimônio geológico. Sociedade Brasileira de Geologia-SBE, 2008.
NASCIMENTO, A. L.; LAGE, W.; LAGE, M. C. S.; OLIVEIRA, L. L. Marcas de ocupações humanas pré-coloniais no cânion do Rio Poti. In: LIMA, I. M. M. F.; ALBUQUERQUE, E. L. S. (org.). **Rio Poti:** caminhos de suas águas. Teresina: EDUFPI, p. 91-114, 2020.
PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
PIAUI. **DECRETO ESTADUAL N° 17.429, de 18 de out. de 2017**. Cria o Parque Estadual do Cânion do Rio Poti e dá outras providências. Governo do Piauí: Teresina, 2017. Publicado no DOUPI N° 196, de 20.10.2017.
RADAMBRASIL. **FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL:** geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro, 1981.
SEMAR/PI. Estudos Técnicos para subsidiar a elaboração da proposta de criação da unidade de conservação na zona dos carnaubais do Piauí, em especial nos ecossistemas do Cânion do Rio Poti. **Associação Caatinga, Casa dos Ventos**. SEMAR/PI: Teresina, 2017.
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – **CPRM.** Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geoparques-134>. Acesso em: 25 ago. 2017.
SHARPLES, C. Concept sand principles of geoconservation. **Research Gate**, 2002.
SILVA, B. R.V.; LIMA, I. M. M. F. Potencial para criação de Geoparques no Piauí: propostas para a Serra da Capivara e Sete Cidades–Pedro II. **Revista Equador**, v. 6, n. 2, p. 90-104, 2017.
SNUC. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. São Paulo: **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.** 2 ed. ampliada, 2000.
SOUSA, F. W. A.; LIMA, I. M. M. F. Patrimônio Geomorfológico e Geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí. *In:* PINHEIRO, L. de S. P.; CAETANO, A. G. N. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. 1 ed. Fortaleza: Editora UFC, 2019, p. 1-12.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4022

CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FISICOS-NATURAIS DA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACAMBIRA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

CHARACTERIZATION OF THE PHYSIC-NATURAL ASPECTS OF THE SUB-WATERSHED OF THE MACAMBIRA RIVER IN THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL

CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS FÍSICO-NATURALES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO MACAMBIRA EN EL ESTADO DE CEARÁ, BRASIL

Bruna Lima Carvalho[1]
José Falcão Sobrinho[2]
Ana Paula Pinho Pacheco Gramata[3]

RESUMO: A presente pesquisa nos reserva como área de estudo a sub bacia hidrográfica do rio Macambira, localizada no estado do Ceará, Brasil. O objetivo constitui em caracterizar os elementos do meio físico, correlacionando com a identificação das modificações ocasionadas pela ação humana nestes elementos, a partir da delimitação dos compartimentos do relevo. Desta forma, a compreensão de bacia hidrográfica como unidade integradora tornou-se objeto de discussão e compreensão. Amparados em uma análise integrada da paisagem natural identificamos os elementos dos componentes físicos naturais, cartografando e discutindo o seu potencial de uso. Salienta-se a importância da estrutura geológica e da base do relevo como elementos norteadores para o entendimento das diversidades de paisagens.

Palavras-chave: Relevo. Bacia Hidrográfica. Ação humana.

ABSTRACT: The present research reserves us as a study area the sub-basin of the Macambira River, located in the state of Ceará, Brazil. The objective was to characterize the elements of the physical environment, correlating with the identification of changes promoted by human action in these elements, from the delimitation of the relief compartments. In this way, the understanding of the watershed as an integrating unit became an object of discussion and

1Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3971-6885. E- mail: brunanelore@gmail.com.
2Professor do curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Professor e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Geografia (UVA). ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6335-6088. E-mail: falcao.sobral@gmail.com.
3Professora do curso de Geografa da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia (UVA). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3014-8922. E-mail: anapppacheco@gmail.com.

Agradecimento: A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

understanding. Supported by an integrated analysis of the natural landscape, we identify the elements of the natural physical components, mapping and discussing their potential for use. It emphasizes the importance of the geological structure and the relief base as guiding elements for the understanding of the diversities of landscapes.

Keywords: Relief. Hydrographic basin. Human action.

RESUMEN: La presente investigación reserva como área de estudio la subcuenca del río Macambira, ubicada en el estado de Ceará, Brasil. El objetivo es caracterizar los elementos del medio **físico,** correlacionándose con la identificación de las modificaciones causadas por la acción humana en estos elementos, a partir de la delimitación de compartimentos de relieve. Así, la comprensión de la cuenca hidrográfica como unidad integradora se convirtió en objeto de discusión y comprensión. Sobre la base de un análisis integrado del paisaje natural, identificamos los elementos de los componentes físicos naturales, cartografiando y discutiendo su potencial de uso. Se enfatiza la importancia de la estructura geológica y la base del relieve como elementos guía para comprender la diversidad de paisajes.

Palabras clave: Relieve. Cuenca hidrográfica. Acción humana.

INTRODUÇÃO

A cartografia dos aspectos físicos naturais constitui-se em instrumento técnico imprescindível para a avaliação das fragilidades naturais desses elementos, assim como para a análise das mudanças das dinâmicas provocadas pela ação do homem. A cartografia desses elementos, subsidia a identificação das interferências antrópicas, a quais indicam, por exemplo, as potencialidades de uso. A partir dessas identificações, torna-se viável o planejamento de uso e ocupação da terra, seja evitando áreas com fragilidades ou mesmo gerenciando-as.

Considera-se que a aplicação de tal ferramenta tem uma aplicação bastante afirmativa em ambientes delimitados, como é o caso de uma bacia hidrográfica. No que concerne aos estudos em bacias hidrográficas, pode-se destacar que estas integram uma variedade de feições paisagísticas e recursos hídricos, sendo um sistema complexo, visto que engloba inúmeros elementos e variáveis, os quais são mais bem entendidos sob um viés sistêmico. A bacia corresponde a unidade natural que consideramos indissociável e interatuante, que predispõe uma análise integrada do meio ambiente, permitindo assim uma a avaliação dos aspectos, quer físicos ou químicos e econômicos sociais (NASCIMENTO,2013).

No que concerne as práticas sociais, a humanidade possui uma enorme responsabilidade sobre o equilíbrio do meio ambiente, até mesmo num bom equilíbrio de uma bacia hidrográfica. Esta consciência se dar, essencialmente, em conciliar as transformações que ele vai promovendo com a preservação dos ecossistemas. Face a completa interrelação dos elementos da natureza (relevo, geologia, solos, vegetação, clima e recursos hídricos) independentemente da interferência em um dos componentes do sistema, isso repercutirá nos demais.

Segundo Ross (2000, p.12),

> todas as modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens.

Pautado na problemática apresentada, depreende-se que além do aspecto natural, o fator antrópico é parte fundamental no entendimento deste estudo, em razão deste atuar de forma acentuada sobre os componentes da natureza em maior ou menor intensidade. Esta linha de estudo, evidencia ser fundamental à análise das potencialidades dos recursos naturais, as fragilidades bem como as necessidades das sociedades. Isto posto, configura-se como oportuna para discussão a presente área de estudo, ou seja, a sub bacia hidrográfica do rio Macambira, localizada no estado do Ceará, Brasil. Na oportunidade, o objetivo é caracterizar os elementos do meio físico, correlacionando com a identificação das alterações promovidas pela ação humana nestes elementos, a partir da apropriação dos compartimentos do relevo. Considerando que a partir das compartimentações geomorfológicas, de acordo com Falcão Sobrinho (2007; 2020), melhor expressam-se as diversidades dos elementos físicos naturais.

Os conhecimentos dos elementos físicos-naturais são essenciais, pois oferecem suporte para o entendimento de fenômenos como processos erosivos, "inundações, instabilidade de terrenos e movimentos de massa, auxiliando ainda, na identificação das potencialidades e fragilidades naturais dos terrenos frente aos diversos tipos de uso e apropriação dos solos" (SANTOS; SOBREIRA, 2008, p.66).

Neste viés, o encaminhamento metodológico pauta-se a nível de se pensar as relações entre os elementos naturais e os seus atributos, desta forma o pensamento sistêmico será empregado nessa pesquisa.

Procurou, portanto, contemplar neste trabalho, a conexão existente entre o aspecto natural e antrópico por meio de uma perpectiva sistêmica.

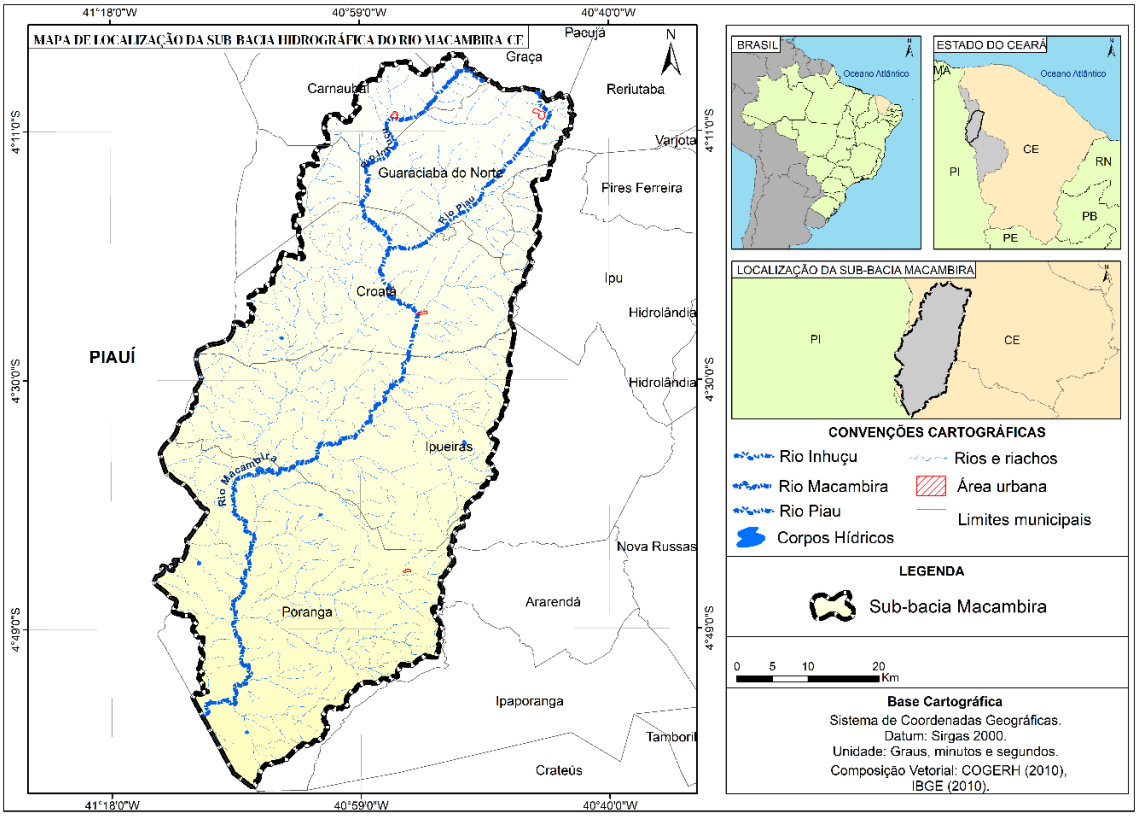
> Esta possibilita a análise integrada dos componentes do meio físico, bem como o entendimento das interferências promovidas pelo homem, garantindo uma visão da relação interativa, interdependente e dinâmica entre os elementos que regem as organizações espaciais. (SILVEIRA; CUNHA, 2010, p.369).

A narrativa e os processos dessa relação, natural e social estão presentes em Guerra (2008), ao esclarecer que para analisar a bacia hidrográfica, sendo está o recorte espacial da pesquisa, deve-se ter noção do dinamismo. Dentro do limite da bacia hidrográfica, por meio da caracterização do meio físico, tem-se a possibilidade de compreender as interrelações entre os diversos componentes fisiográficos: litologia, relevo, as variações da vegetação, tipos de solo, com as intervenções antrópicas ali ocorridas.

ÁREA DE ESTUDO

Em uma perspectiva geomorfológica, o recorte espacial de estudo é a Sub bacia hidrográfica do Rio Macambira/Ce, localizada na cuesta da Ibiapaba, (Figura 1), compreendo uma área total de aproximadamente 3371,52 km².

Conforme Claudino-Sales *et.al* (2020, p.189), "O Planalto da Ibiapaba representa a borda oriental da Bacia do Parnaíba, uma das maiores bacias sedimentares brasileiras". Sendo a segunda maior em importância na região Nordeste brasileira, que representa a mais densa rede hidrográfica dessa região, abrangendo todo o estado do Piauí, que corresponde a 75% da área total da bacia, terras do estado do Maranhão (19%) e do estado do Ceará (6%), (CODEVASF, 2006).



Fonte: COGERH (2010), IBGE (2010), Elaboração autores (2020)

Figura 1. Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.

A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO INTEGRADO

Capra (1996) em sua obra intitulada "A Teia da Vida", discute a ascensão do pensamento sistêmico contextualizando-o na história da evolução da ciência, para este autor essa forma sistêmica de pensar, envolvia termos como conexidade, relações e contexto, ou seja, uma busca pelo entendimento holístico.

É nesta lógica, que ao estudar os elementos naturais e sociais de forma integrada, considerando as interações e interdependências, é possível chegar a uma consciência da complexidade e totalidade de uma determinada área, correlacionando a bacia hidrográfica, enquanto um sistema constituído por inúmeros elementos, derivados da ação do relevo.

Conforme explica Costa Falcão (2020, p. 23), "as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, pois podem gerar mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos ou impactos".

O recorte espacial da bacia hidrográfica considerada uma unidade de estudo ambiental, pauta-se na praticidade que esta proporciona para que seja possível um melhor entendimento das duas variantes (Homem e Meio), tendo como suporte um estudo sistêmico sendo este um ótimo caminho para acompanhar os processos dinâmicos resultantes das relações naturais e sociais. Zanella *et al*. (2013) esclarece que as bacias hidrográficas compõem um sistema no qual as relações entre os diferentes elementos constituem uma paisagem singular, direcionada a uma dinâmica específica, em que os seus elementos não se restringem aos fatores naturais, mas envolvem também a sociedade.

A relevância dos estudos sistêmicos em bacias hidrográficas é refletida nas análises de Lima e Zakia (2000), os mesmos refletem que as bacias hidrográficas são sistemas geomorfológicos abertos, os quais constituem entradas e saídas de matéria e energia, podendo ser descritas como variáveis interligadas que oscilam em torno de um padrão, quer dizer, mesmo com as interferências sociais, o sistema natural busca o seu equilíbrio.

No que concerne aos estudos em bacias hidrográficas, pode-se destacar que a mesma comporta as mais diversas formas de paisagens e recursos naturais, constituindo um sistema altamente complexo, visto que comporta inúmeros elementos e variáveis, os quais são melhores entendidos sob um viés sistêmico. A bacia forma uma unidade natural indissociável e interatuante, possibilita uma análise integrada do meio ambiente, permitindo assim uma acurada avaliação dos aspectos, quer físicos ou químicos e econômicos sociais.

Existem particularidades e situações que priorizam a análise da bacia hidrográfica para saberes interdisciplinares, como forma de gerir os múltiplos usos e a questão da conservação. É possível afirmar que a junção dos diversos aspectos que influem no uso direto e indireto dos recursos naturais e na sua proteção ambiental deve estar presente na gestão de uma bacia hidrográfica. Sendo a bacia hidrográfica o cenário unitário de interação das águas abrangendo o meio físico e social.

De um ponto de vista mais amplo, "as quantidades de matéria e energia recebidas na bacia agem sobre as variáveis: rocha, relevo, solo e a cobertura vegetal que no decorrer do tempo irão definir os elementos característicos de uma bacia" (COSTA FALCÃO, 2020, p.24).

"Essa concepção de bacia de drenagem e sistema integra uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas, em que as mudanças significativas podem gerar impacto, onde os tipos de leitos podem ser alterados pelo seu caráter integrador das dinâmicas ocorridas" (COSTA FALCÃO, 2020, p.27).

METODOLOGIA

A execução deste trabalho ocorreu em etapas. As etapas compreenderam as atividades de levantamentos bibliográficos, levantamentos cartográficos, atividades de campo e atividades de gabinete.

A seguir são descritos os procedimentos teóricos metodológicos e os aparatos operacionais usado no desenvolvimento do trabalho.

Aspectos teóricos

A adoção da sub bacia hidrográfica como unidade de estudo, fundamenta-se na abordagem sistêmica de Bertalanffy (1973). Assim, entende-se a sub bacia como um sistema aberto, constituído por subsistemas, onde existe um equilíbrio e uma dinamicidade dos componentes constituintes. Este sistema que possui uma autoregulagem, pode vir a sofrer mudanças decorrentes da ação antrópica, nas formas e nos materiais, sendo estes capazes de gerar desequilíbrios temporários ou permanentes.

O presente estudo conta com o suporte teórico metodológico da abordagem sistêmica, dando respaldo para a compreensão integrada do meio físico e as interferências antrópicas atuantes no relevo da Sub Bacia do Rio Macambira/Ce.

Cartografia da área

Nesta etapa foram realizados levantamentos e geração de mapas temáticos como base ao entendimento da intervenção antrópica no meio físico: Geologia; Declividade; hipsometria; Geomorfologia; solos e vegetação.

Em linhas gerais, os métodos seguidos consistem no estabelecimento de interrelações entre as informações relativas ao meio físico, de forma a produzir uma análise integrada das características dos elementos físicos-naturais.

Atividades de campo

As atividades de campo consistiram na verificação das condições ambientais, levantamento das informações sobre as intervenções antrópicas nos elementos físicos naturais e registros fotográficos. Os campos foram realizados tanto na quadra chuvosa como seca.

Procedimentos Técnicos Operacionais

Para a delimitação da Sub Bacia do Rio Macambira, utilizou-se cartas planaltimétricas (SB-24-V-A-II, SB-24-V-A-III, SB-24-V-A-V e SB-24-V-A-VI).

Como parte essencial da pesquisa, ressaltam-se os mapas temáticos que englobam os aspectos físicos da paisagem da respectiva sub-bacia.

Com relação a compartimentação morfológica dos terrenos, esta foi adquirida através de avaliações empíricas dos inúmeros conjuntos de padrões e formas de relevos dispostos em diferentes níveis topográficos, mediante observações feitas em campo e observação de sensores remotos como: imagens de satélite e Modelo Digital de Terreno – MDT).

Todas as bases constituíram a base de dados vetoriais e dentro do software QGIS versão 3.10, escolhido para representar espacialmente a área em estudo, permitindo assim organizar/ elaborar um conjunto de mapas que foram estruturados da seguinte forma.

As informações Geológicas (Figura 2), foram obtidas através dos dados em formato shapefile do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. A construção do mapa geológico contou com consultas às referências do Mapa Geológico do Estado do Ceará, elaborado pela CPRM.

Na confecção do mapa de declividade (Figura 4), utilizou-se imagens SRTM e, no QGIS, realizou-se o processo para análise de declividade, em porcentagem, com as ferramentas raster do software e posterior definição de cores. Para a caracterização das classes de declividade, recorremos a classificação da Embrapa onde são postas a declividade em porcentagem e os relevos que representam cada um desses percentuais.

Para confecção do (Figura 6) hipsométrico, utilizou-se imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) a qual fornece informações de altimetria do terreno. No QGIS, utilizaram-se os intervalos de mínimo e máximo para representação da elevação. A imagem foi reclassificada, de acordo com regras/intervalos postos no programa, para ter uma melhor definição dos valores numéricos de altitude. Posteriormente, realizou-se a definição da escala de cores.

E na Figura 7, utilizou-se dados cartográficos do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2015), por adotar a metodologia de Souza (2000) em virtude da área de estudo compreender três compartimentações geomorfológicas.

Para a construção dos mapas de solos e vegetação (Figuras 9 e 12), onde as informações foram obtidas através dos dados vetoriais do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), de 2019. Os dados de fitoecologia/vegetação são do acervo da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), de 2015**.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geologia na constituição das paisagens

A sub bacia hidrográfica estudada é estruturada pelas formações sedimentares Tianguá e Jaicós, ambas pertencentes ao Grupo Serra grande (Figura 2). Posicionada na Província Parnaíba, no contexto tectônico, a Ibiapaba exibe um amplo predomínio litológico do Grupo Serra Grande, formação basal da bacia do Parnaíba, de idade paleozoica, em contraponto ao seu entorno, topograficamente mais rebaixado, onde a constituição litológica se expõe, bem mais complexa e diversificada, presente nos seus contatos à leste e ao norte, equivalente à Província Borborema (MOURA-FÉ,2015)

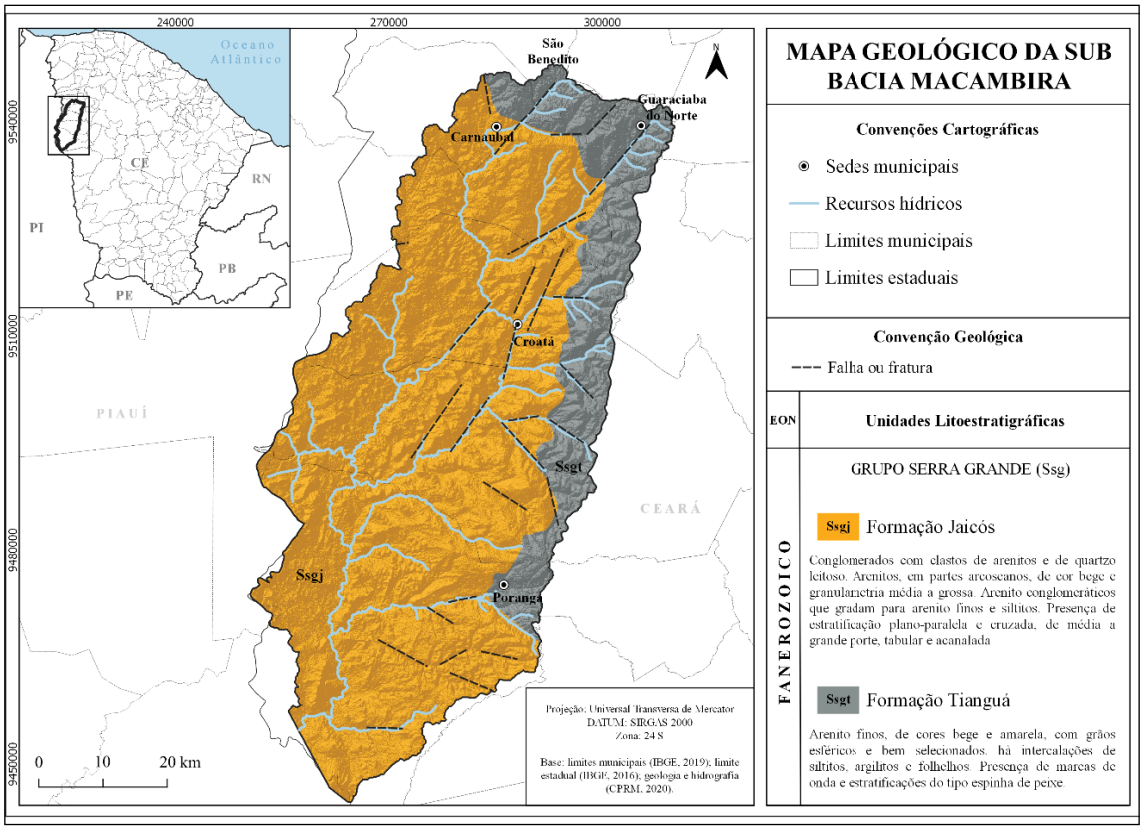
Na abrangência da em estudo, a Formação Tianguá ocupa menor área em comparação a Jaicós e fica concentrada em toda a extensão da região denominada reverso úmido, que

compreende o setor com maior pluviosidade e condições físicas bastante distintas da área ocupada pela formação Jaicós.

O Grupo Serra Grande, corresponde a sequência Siluriana, é caracterizado pela ocorrência de conglomerados e arenitos, em parte feldspáticos, com alternâncias de siltitos e folhelhos de origem fluvial e marinho raso, depositados em condições por vezes glaciais (CPRM,2003). "Essas formações apresentam diferentes graus de resistência, atuando de forma diferente em relação à erosão diferencial " (CLAUDINO-SALES *et.al*, 2020, p.197).

Acerca da formação Tianguá, Caputo e Lima (1994), alude que esta é composta de três membros: (1) folhelho preto a cinza escuro, siderítico, bioturbado ou laminado, síltico; (2) arenito fino a médio, com alternâncias de folheto feldspático, cinza e branquiçado e; (3) folheto e siltito intercalados, cinzas escuros e verdes, micáceos, sideríticos.

Com relação a formação Jaicós, Plummer e Prince (1948), propôs o nome Jaicós para designar, sob a categoria de formação, os arenitos e conglomerados que ocorrem nas escarpas da Serra Grande.



Fonte: IBGE (2019,2016), CPRM (2020).

Figura 2. Geologia da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira-CE.

A figura 3 é referente a paisagem característica do reverso seco, constituído pela formação Jaicós, apresentando solos arenosos, os chamados quartzarênicos. Estes locais conforme mostram o (circulo), são bem atrativos para exploração, a exemplo das pedreiras.



Fonte: Carvalho (2021).

Figura 3. Formação Jaicós com marcas das atividades de pedreiras.

Declividade

A declividade geral da sub bacia macambira (Figura 4) apresenta-se plana a suave-ondulado. As declividades superiores a 20% caracterizam a unidade geomorfológica dos Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, situados na porção central da área de estudo, caracterizando os tipos de formas dissecadas. Estes tipos de formas de relevos que se destacam em meio a paisagem do reverso do caimento topográfico suave, apresentam relevos forte-ondulados à montanhosos, (45-75%), constituem relevos mais elevados em relação as áreas adjacentes e se destacam em relação as áreas com dissecação fraca, apresentando classe de dissecação forte e muito forte.

Quadro 1. Relação declividade/ atividades de uso.

Classes de declividade	Atividades de uso/Alteração antrópica
Plano a suave-ondulado (<3 %-8%)	Uso da mecanização para preparação do solo agrícola; favorecimento da umidade especialmente no alto curso, proporcionando lavouras de ciclo curto (tomate, pimentão, pepino, folhagens); essas atividades contribuem para o desmatamento da mata úmida e favorece os processos erosivos.
Ondulado a forte ondulado (8% - 45%)	Impedimento a mecanização; extração de espécies lenhosas; extração mineral "pedreiras"; agricultura de subsistência; pecuária extensiva.
Montanhoso a forte montanhoso (45% - >80%)	Pecuária extensiva; extrativismo vegetal e mineral; caça predatória.

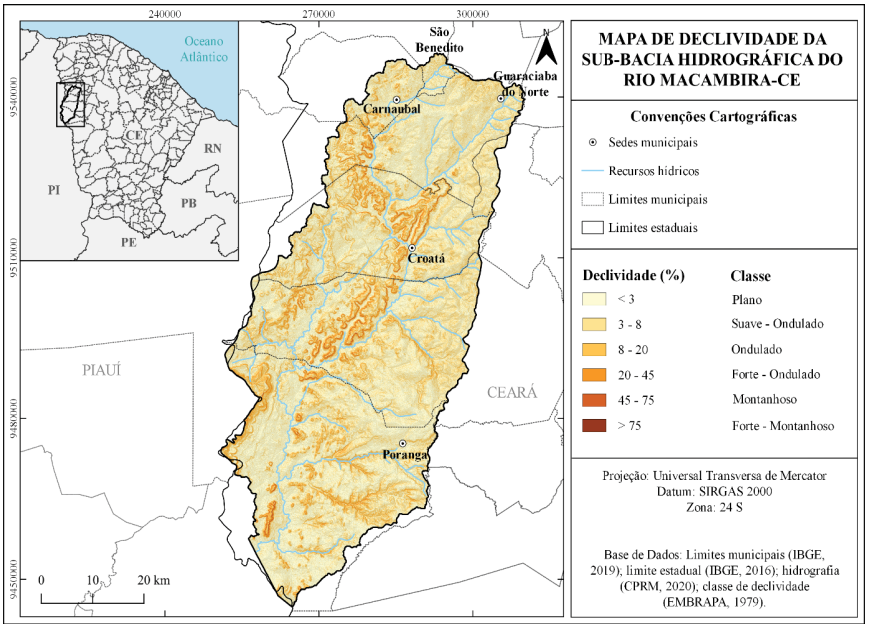
Fonte: Organizado por Carvalho (2021).

Analisando a declividade da área em estudo, verifica-se que na porção norte e leste o relevo é caracterizado predominantemente como plano (<3 %) a suave -ondulado (3-8%). O quadro a seguir exemplifica a relação da declividade com as unidades de relevo e as atividades de uso predominantes.

As áreas situadas a montante apresentam condições favoráveis para uso e ocupação da terra, em decorrência do relevo apresenta-se plano. Fato este que evidencia probabilidades maiores de ocupação antrópica na área, em decorrência da declividade ser favorável as atividades agrícolas mecanizadas. Ressaltando que estas atividades podem vir a degradar a vegetação natural e consequentemente contribuir para a intensificação de erosões dos solos. As Figuras 5a e 5b, mostram um exemplo dessa situação, deixando evidente o quanto de área natural já foi desmatada. Esta área fica situada na porção úmida, indicada pela mata plúvio-nebular.

Observa-se dentre outros pontos que as atividades agrícolas sem um devido planejamento, favorecem a supressão da vegetação nativa, deixando os solos expostos aos processos erosivos e contribuindo para a descaraterização da paisagem. Na Figura 5b, é possível observar uma plantação de milho e batata na área de nascente, indicado ao fundo da foto por buritis (*Mauritia flexuosa*), uma espécie bem típica da porção úmida da Ibiapaba.

Em contraponto as áreas de relevos com classes montanhosas ocorrem condições limitantes quanto à ocupação humana, por exemplo, à prática agrícola. No entanto, outras práticas podem ser verificadas, como a criação de gado e extrativismo de madeira.



Fonte: IBGE (2019,2016), CPRM (2020), EMBRAPA (1979).

Figura 4. Declividade da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.



Fonte: Carvalho (2021).

Figura 5. Áreas de nascentes no alto curso, uso do solo. a- Área descaracterizada para plantio agrícola situada na área com classe de declividade plana a suave-ondulada no alto curso. b- Cultura de milho e batata na área do alto curso, apresentando relevo plano.

Hipsometria

As informações altimétricas da área de estudo (Figura 6), proporcionam uma ampla visão das formas de relevo, como também do rebaixamento do terreno. A variação altimétrica é de 200 m, representando a cota mais baixa da sub bacia do rio Macambira (baixo curso) até a cota mais elevada de 1000 m (alto curso). As áreas mais elevadas abrangem principalmente os setores a barlavento, com características de solos profundos, maiores índices pluviométricos, recoberto pela vegetação de mata úmida. As diversidades

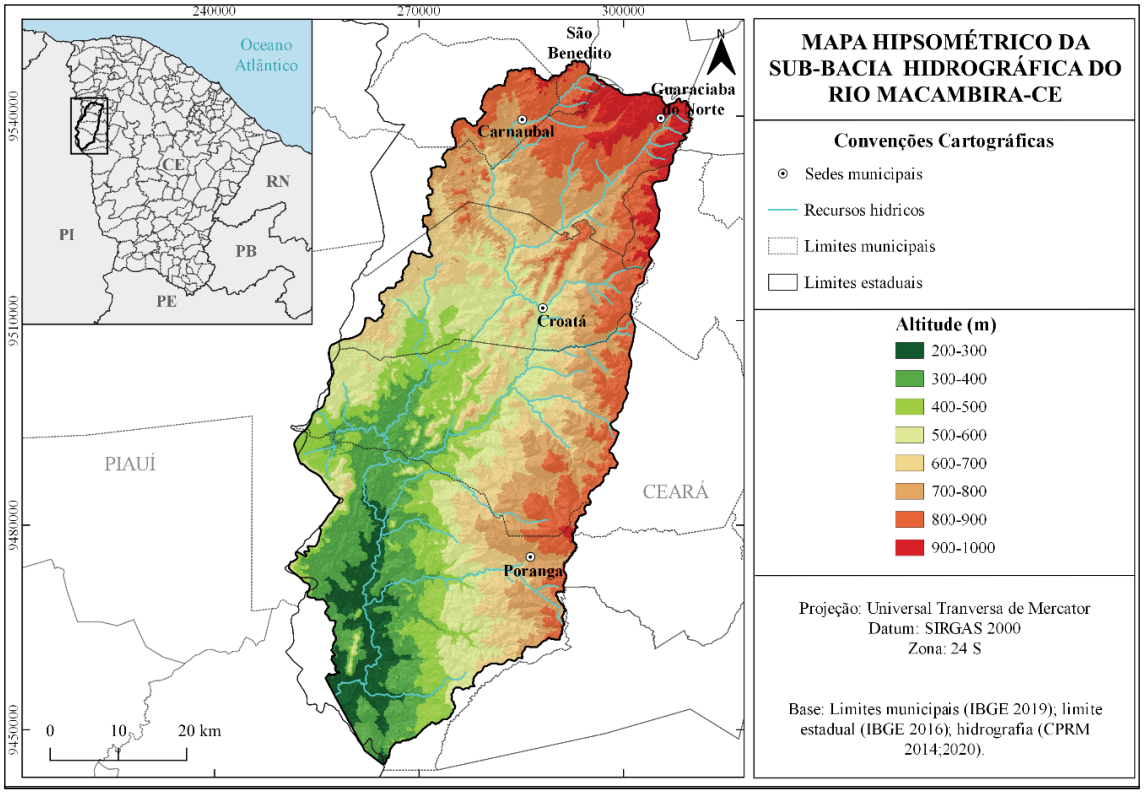
morfométricas variam a medida que o caimento topográfico progride em direção ao reverso seco, na direção oeste e sul, diminuindo consideravelmente.

As informações altimétricas são um apoio aos levantamentos de campo, confeccionado com o intuito de obter informações referentes a distribuição espacial dos vários níveis topográficos.

As altitudes do relevo da sub-bacia hidrográfica do rio macambira, foram divididas em oito classes (Figura 6). A maior parte da área de estudo, principalmente o alto curso e a porção à leste da sub bacia, o relevo apresenta altitudes entre 700 a 1000 metros, se destacando de forma expressiva espacialmente.

As cotas altimétricas mais rebaixadas entre 200 e 300 encontra-se mais ao sul da área, no baixo curso, correspondendo a Formação Jaicós. Nessas porções, as condições físicas naturais mudam consideravelmente, a exemplo de menos índices pluviométricos, solos poucos férteis e temperaturas mais elevadas.

Com relação a apropriação do relevo, é nas porções com as altitudes mais elevadas, a barlavento especialmente, que existe destaque, tanto na questão agrícola, como na ocupação urbana, a qual é favorecida pelas condições climáticas, pedológicas, ao lado das disponibilidades hídricas favoráveis, todos esses fatores condicionam e se tornam favoráveis ao uso e ocupação do relevo nesse compartimento úmido.



Fonte: IBGE (2019,2016), CPRM (2020).

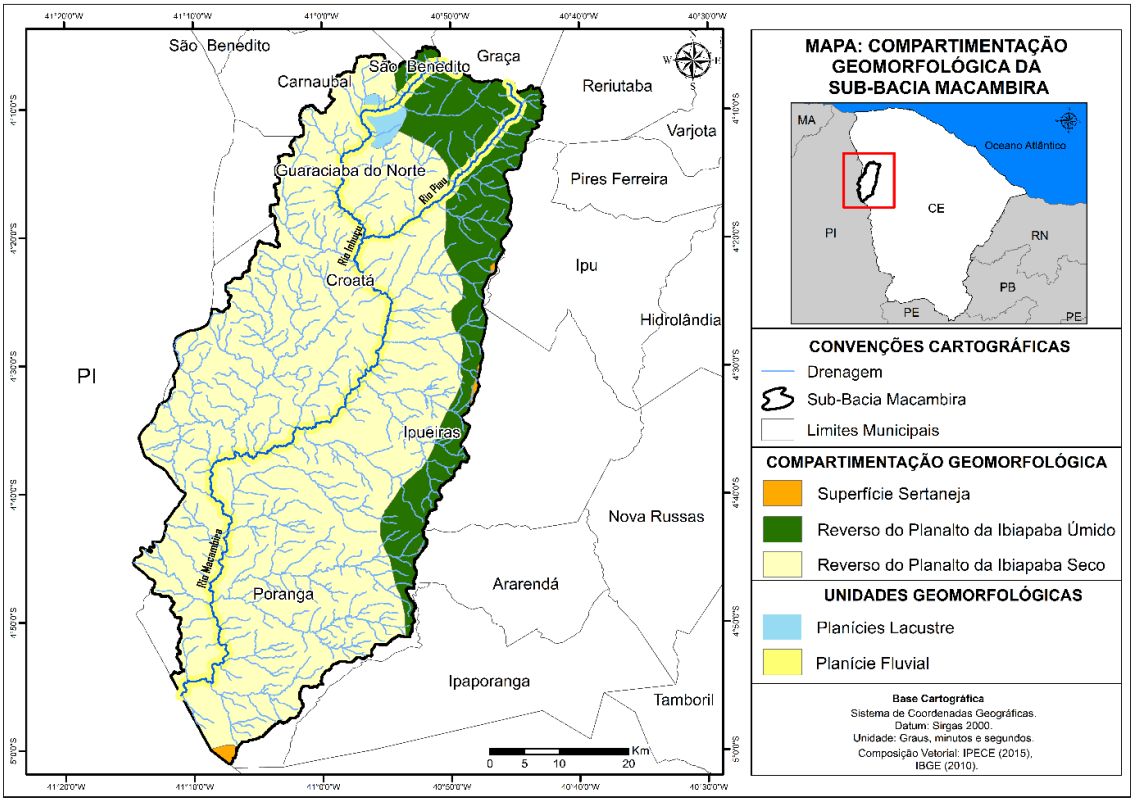
Figura 6. Hipsometria da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.

Geomorfologia

A Figura 7 é referente a geomorfologia da área de estudo apresentando a abrangência do reverso imediato que se dar no front da área em altitudes elevadas que atingem os 1000 m, enquanto que o reverso seco está em maior extensão apresentando características bem distintas da porção úmida.

O reverso seco é predominante na área de estudo, sendo caracterizada pelas caatingas do sedimentar ou "carrasco".

Referente a planície fluvial e lacustre, há um destaque nestas áreas no que se refere ao uso do solo, há forte predomínio de plantações como de coqueiros, pastagens, hortaliças, legumes, entre outras culturas. Sendo uma área suscetível a inundações na estação chuvosa, sendo essa a principal limitação quanto ao uso da terra**.**



Fonte: IBGE (2019), CPRM (2014-2020).

Figura 7. Unidades Geomorfológicas da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.

Do ponto de vista do potencial de impactos ambientais, é possível relacionar aos fatores ambientais favoráveis do reverso úmido, como relevos aplanados e solos profundos, tais áreas apresentam-se atrativas ao uso e ocupação do solo, já que ficam próximas a escarpa, recebendo maior influência da umidade, sendo recoberta pela mata plúvio-nebular.



Fonte: Carvalho (2021).

Figura 8. a- Vista panorâmica proporcionada pela forma de relevo elevada na área do reverso úmido. b- Ocupação urbana em área de risco situada em áreas de declive no alto curso.

O alto curso da área de estudo, possui grande relevância no que se refere ao uso e ocupação, apresentando condições naturais que facilitam a expansão urbana, movidos pela especulação imobiliária, atraída pela paisagem proporcionada pelo relevo, junto a isso soma-se temperaturas amenas e exuberantes vegetações de mata úmida.

No entanto, é importante esclarecer que não é somente a altitude do relevo que proporciona esta condição atrativa, soma-se a outros fatores, como o clima, visto que nas áreas situadas na compartimentação do reverso úmido, tem-se paisagens atrativas, com exuberantes matas úmidas.

Venturi (2004), destaca que no meio urbano, as áreas ocupadas de forma irregular, especialmente quando localizadas ao longo de vertentes ou em áreas íngremes sofrem com a instabilidade natural do terreno, desencadeando escorregamentos de encostas com desastrosas consequências sociais e materiais.

O autor, associa o relevo como um traço da paisagem, se este está situado diante de um cenário paisagístico estético há uma apropriação deste aspecto da natureza de forma que não seja extraída nenhuma matéria para transformação e uso.

Solos na organização do cenário paisagístico do uso do relevo

Com relação a constituição dos solos na área de estudo, destacam-se oito classes de solos (Figura 9). A classe de solo predominante é os Neossolos Quartzarênicos, estes estão presentes na compartimentação do reverso seco, declividades que caracterizam relevos forte ondulados à montanhosos.

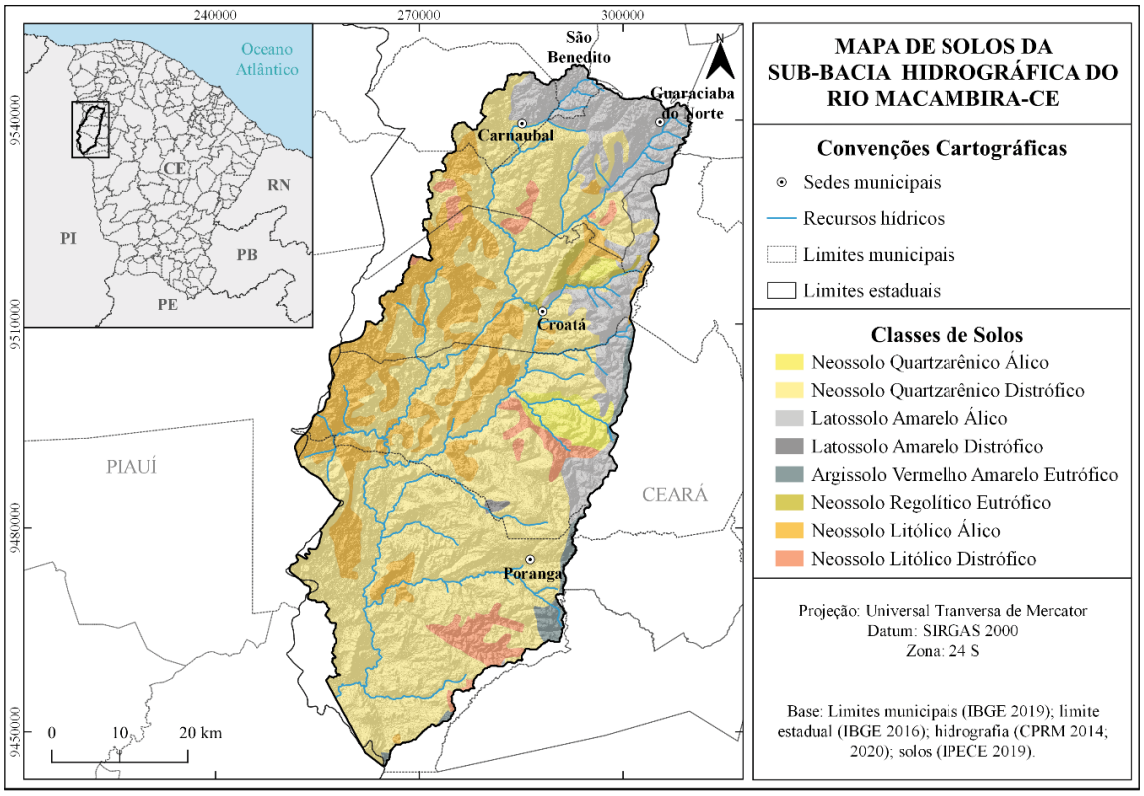
Enquanto que os Latossolos, que se destacam no reverso úmido, apresentando relevos mais planos, com dissecação fraca a moderada, os quais oferecem condições para o suporte da mata plúvio-nebular, por ser uma área com precipitações pluviométricas elevadas favorecem a ocorrência destes solos profundos, destaca-se na questão agrícola, ocorrendo desta forma uma demanda maior pelo uso do solo.

As demais classes se distribuem em menor proporção ao longo da área. Apresentando os Neossolos Litólico Álico, na porção extremo oeste e os Neossolos Litólico distribuídos em pequenas porções pontualmente na sub bacia

Quadro 2. Definição dos tipos de solos encontrados na Sub-bacia-hidrográfica do rio Macambira/CE.

Classes de solos	Definição e características dominantes	Restrições de uso e principais atividades
Neossolos Quartzarênicos	Constituem uma classe parcialmente heterogênea, que tem em comum o aumento de argila em profundidade, sendo estes solos pouco evoluídos, formados por elemento mineral ou por matéria orgânica com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico.	Muito arenoso, indicam limitações pela baixa capacidade de acumular água e nutrientes para as plantas; acidez excessiva; baixa fertilidade natural. Com relação ao uso predominante, destaca-se: Pecuária extensiva; extrativismo vegetal e mineral; plantações de horticultura irrigada próximas a planície fluvial; agricultura de subsistência (milho, feijão e mandioca).
Neossolo litólicos	Solos raros, textura argilosa, fertilidade natural média, bastante susceptível à erosão, com fases pedregosas.	Pouca profundidade; pedregosidade; Relevo acidentado; alta susceptibilidade à erosão. Expõe limitações ao uso agrícolas em decorrência da rocha está situada a pouca profundidade. Com relação ao uso predominante, destaca-se: Extração madeireira; extração mineral para construção "pedreiras".
Neossolos regolíticos	Solos profundos a moderadamente profundos, textura arenosa, excessivamente drenados, susceptíveis a erosão e fertilidade natural média	Sua limitação está na baixa retenção de umidade; "é um tipo de solo que apresenta textura arenosa e baixa capacidade de adsorção de nutrientes, quando comparado com solos argilosos naturalmente, possui teor baixo de matéria orgânica e nitrogênio que diminuem, após alguns anos de uso". (EMBRAPA,1997).
Argissolos Vermelho-amarelo	Do ponto de vista pedológico, coloca-se que caracterizam o solo nos segmentos de relevo mais elevado São Rasos e profundos, textura média ou argilosa, moderadamente ou imperfeitamente drenados. fertilidade natural média à alta. Solos minerais, com horizonte A e "seguido de horizonte B textural de cor avermelhada até amarelada. Podem ser eutróficos, distróficos ou álicos".	Do ponto de vista das suas limitações, apresenta Relevo dissecado, drenagem imperfeita, pouca profundidade, impedimento a mecanização, são moderadamente suscetíveis a erosão. A erosão é reconhecível por fenômenos que são moderados no início e que se agravam rapidamente. Em decorrência da limitação de uso agrícola áreas poucos exploradas, apresentando-se em geral conservada; pontuais atividades de agricultura.
Latossolos	"Muito intemperizados com pouca diferença de horizontes; são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura". (EMBRAPA, 1997)	"Quimicamente, são solos ácidos e com baixa retenção de cátions, necessitando de fertilização corretiva frequente de suas limitações químicas. Os processos erosivos ocorrem com mais frequência nos Latossolos com declividades mais elevadas. " (EMBRAPA, 1997). As atividades de uso: Plantações de horticulturas de ciclo curto; expansão urbana; pecuária extensiva.

Fonte: (SOUZA, 2000); (PEREIRA; SILVA, 2005), (LEPCH, 2010), (EMBRAPA,2018). Organizado pelos autores (2021).



Fonte: IBGE (2016, 2019), IPECE (2019).

Figura 9. Tipos de solos da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.

A sub bacia em destaque possui uma variedade de solos, os quais são formados e adaptados pelas feições geológicas e que correlacionadas às formas geomorfológicas constituem as bases dos cenários paisagísticos.

A Figura 10a é referente à paisagem bem típica na área de carrasco, as plantações de coqueiros são bem comuns nas áreas de Neossolos Quartzarênicos. Estes solos possuem grande suscetibilidade a intensos processos erosivos. Sendo necessário, práticas conservacionistas para manterem suas produções.

A Figura 10b é referente as atividades de exploração do solo acompanhada da retirada da vegetação, bem típicas da área de carrasco, em que ocorrem queimadas e preparo convencional para plantios, uma situação bem comum nessa região, em virtude da ausência das condições físicas que favoreçam outras atividades, essas queimadas atingem áreas maiores, favorecidas pelo vento e altas temperaturas.

Este cenário apresenta-se característico principalmente antes da estação chuvosa, onde os agricultores preparam o solo para plantios de agricultura de subsistência, este ambiente por apresentar limitações a exemplo, de umidade, solos pouco férteis, diferentemente do reverso úmido, é bem comum a prática de roçados para cultivos de milho e feijão.

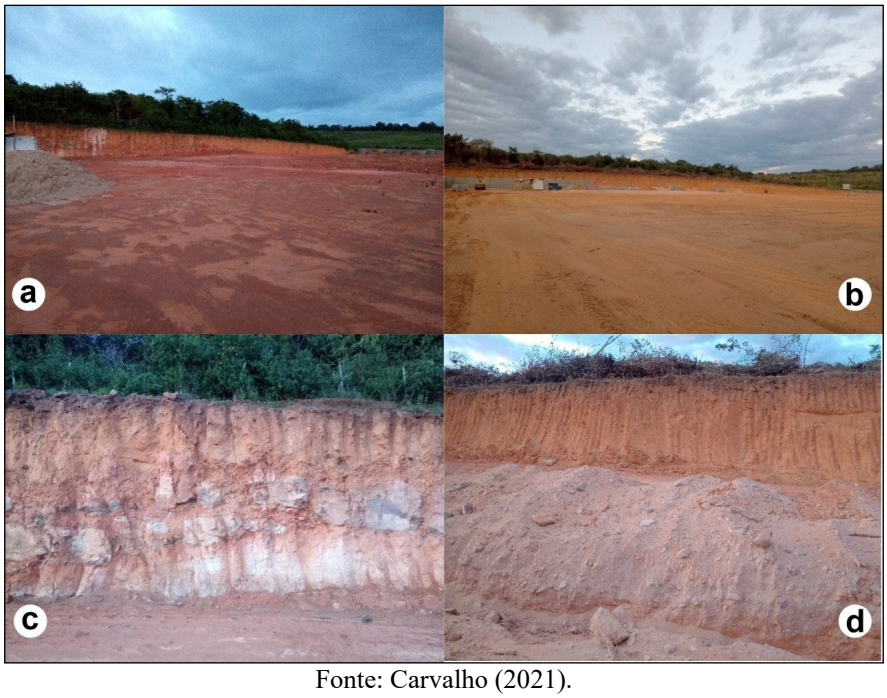


Fonte: autores (2021).

Figura 10. Neossolos quartzarênicos. a- solos quartzarênicos com predomínio de plantação de coqueiro. b- preparo tradicional do solo para a agricultura.

As Figuras 11- a, b, c e d, referente aos Latossolos, situados em áreas mais planas, há um favorecimento ao uso desse recurso de forma direta e intensiva.

As atividades in loco foram realizadas no período chuvoso e seco, podendo fazer um comparativo da alteração da paisagem antes e depois, no caso registrado em campo, consistiu na retirada da vegetação para construção civil.



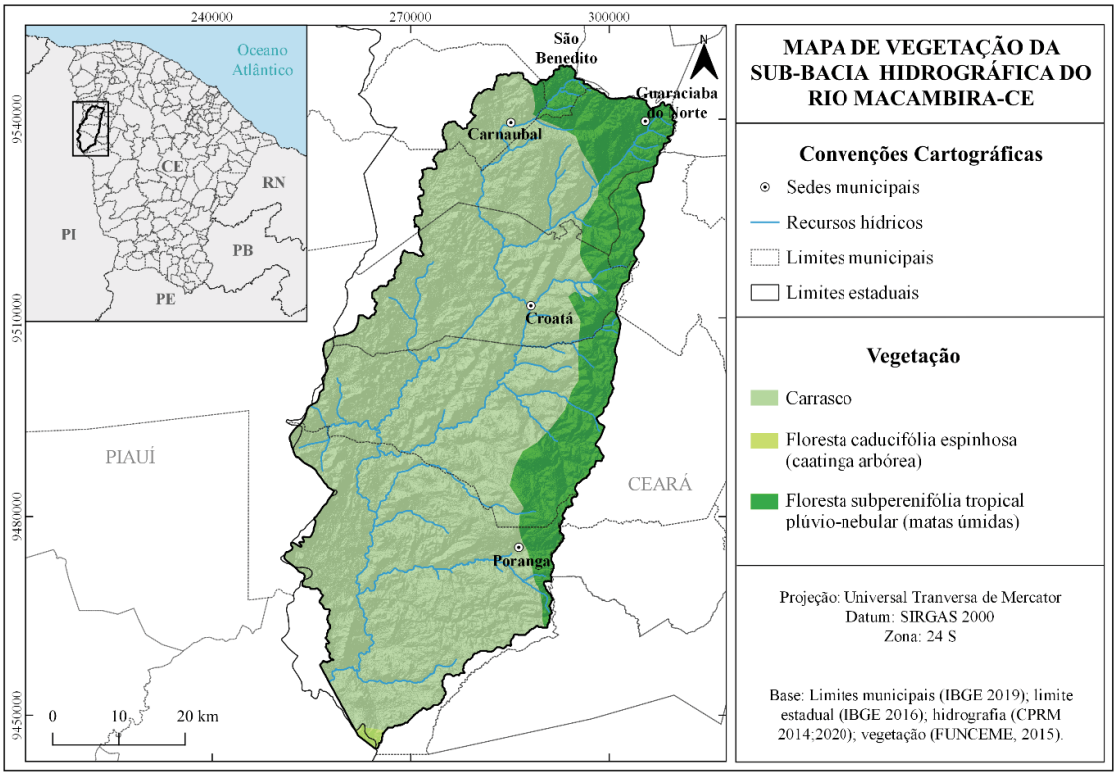
Fonte: Carvalho (2021).

Figura 11. Alterações na cobertura do solo na classe de Latossolos, na paisagem do alto curso. a - área escavada para construção civil em estágios iniciais. b- Retirada da cobertura vegetal pouco tempo depois. c- Imagem de um ângulo mais próximo antes da retirada da vegetação. d- Imagem de um ângulo mais próximo depois da retirada da vegetação.

Pode-se mencionar inúmeras modificações ambientais decorrentes destes procedimentos no local observado. Com a retirada da cobertura vegetal há consequente potencialização de processos erosivos, além de perdas de espécies vegetais e animais. Neste caso, considera-se que as técnicas usadas nos modos de uso e ocupação do solo podem alterar as dinâmicas naturais.

Vegetação no cenário da compartimentação do relevo

A distribuição dos tipos de vegetação identificada na área de estudo está representada na Figura 12, refere-se a Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida), ocupando a porção a barlavento, é menos expressiva espacialmente em relação ao Carrasco que predomina na área de estudo. A Floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea) ocupa uma pequena porção ao sul da área.



Fonte: FUNCEME (2015), IBGE (2016, 2019), CPRM (2020).

Figura 12. Vegetação da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE.

A porção de mata úmida é caracterizada por maiores índices pluviométricos, apresenta solos profundos, a exemplo dos Latossolos, situados em áreas elevadas, apresenta relevo predominante plano a suave-ondulado (3-8%) e classe de dissecação fraca à moderada.

A vegetação de carrasco está situada na porção a sotavento da área de estudo, é caracterizado em geral pelos Neossolos Quartzarênicos, apresenta relevos com classes de

declividade expressiva de (20-75%), classes de dissecação forte a muito forte em tipos de formas de relevos expressivos em meio a paisagem do carrasco.

Com relação as culturas predominantes nas áreas úmidas, tem destaque as culturas permanentes estando muito presentes e concentradas no alto curso, em áreas recobertas pela vegetação de mata úmida, principalmente as margens dos cursos de água, como é o caso da bananicultura Eigura (13-a), desrespeitando muitas vezes a legislação ambiental da demarcação de Área de Preservação Permanente (APP). Tal uso da terra pode vir a ocasionar impactos negativos ao ambiente, a exemplo do uso intenso de defensivos agrícolas e/ou manejo inadequado do solo, além da substituição da vegetação natural, (Mata Úmida), contribuindo para a proliferação de espécies invasoras, é possível observar ao fundo das imagens a seguir, plantações de capim, uma espécie que se desenvolve facilmente as quais são menos exigentes às adversidades ambientais e se espalham mais rapidamente.

As áreas de nascentes são as mais atrativas para cultivo agrícola, na Figura 13-b, observa-se um poço amazonas na área de nascente do rio piau no alto curso. Tal poço foi construído em Área de Preservação Permanente (APP), logo há alteração no nível de base local, podendo influenciar diretamente na dinâmica do escoamento superficial. Neste caso a ação antrópica está sendo representada pelo uso da terra, estas áreas ficam desprovidas da mata ciliar, ficando expostas e suscetíveis as ações de assoreamento pluvial.



Fonte: Carvalho (2021).

Figura 13. Descaracterizações da paisagem no alto curso. a- Plantação de bananeiras as margens do curso fluvial no alto curso da sub bacia macambira. b- Poço amazonas na área da nascente do rio piau no alto curso.

Nas áreas de nascentes do rio piau, concentra-se muitas atividades como plantação de cana-de-açúcar, bananeiras e hortaliças (Figuras 14a e 14b). Em decorrência alta concentração dessas atividades, existe a possibilidade de ocasionar impactos ambientais, dentre eles se destacam a supressão da vegetação nativa, consequentemente deixando os solos expostos, e em períodos chuvosos ocorre o assoreamento dos cursos fluviais. Por ser uma região essencialmente agrícola as possibilidades de contaminação dos cursos de água por agrotóxicos são altas.

A Figura 14a mostra uma área irrigada pelo poço profundo situada na área de carrasco, a água é armazenada em um tanque de lona, ressaltando que essa imagem foi registrada durante o período seco, evidencia que mesmo nessa época é possível manter a produção, já que há disponibilidade de água para irrigar a plantação. As vantagens de proximidade do rio favorecem o cultivo das plantações que demandam irrigação como as horticulturas e hortaliças (Figura 14b)

Já em outras áreas, há certos fatores limitantes, como solos mais rasos, pedregosos, a exemplo das Figuras 14c e 14d, são áreas localizadas distante do rio, não sendo favorecida pela umidade do solo. Essas áreas geralmente são destinadas ao uso pecuarista, a criação de gado também contribui para o desmatamento a medida que a vegetação local é retirada para produção de pastos, como por exemplo, os facheiros estes pertencem a família das Cactaceae, são bem comuns na região de carrasco, bastante utilizados para forragens para os animais. O facheiro se destaca por possuir um potencial nutritivo e por ser fonte de água, principalmente na estação seca.

Na Figura 14d, em um mesmo ângulo de vista é possível observar algumas espécies do carrasco, como a palmeira de coco babaçu (*Orbignya speciosa)* apesar de não ser muito típica do carrasco, mas casualmente pode ser observada em meio a paisagem. As herbáceas também estão presentes no carrasco, embora que em pequena proporção.



Fonte: Carvalho (2021).

Figura 14. Paisagem do carrasco no médio curso. a- área cultivada situada no carrasco, irrigada com água armazenada em tanque de lona. b- área cultivada situada no carrasco, próximo ao rio com plantações de legumes. c- Áreas não cultivadas distante da planície fluvial, utilizadas para criação de gado. d- Vegetação de carrasco e suas diversidades fitogeofráficas.

Outra prática expressiva no reverso seco da área de estudo é a extração de madeira, visto que o carrasco possui potencialidades no que tange as espécies lenhosas, o que se torna atrativo como fonte de renda. Observando a Figura 15-a é possível notar nitidamente uma descaraterização na paisagem, a vegetação que recobre essa forma de relevo apresenta-se rala, evidencia a retirada de espécies vegetacionais, deixando essas áreas declivosas susceptíveis a intensos movimentos de massa principalmente na estação chuvosa. Enquanto na Figura 15-b, observa-se de um ângulo mais abrangente, indicado pelas setas, a descaracterização da vertente pelo desmatamento.

Já na Figura 15-d, observa-se que o relevo é plano e nos reserva uma vegetação de carrasco bem fechada em alguns locais (Figura 15-c), onde ainda não houve exploração. O carrasco apresenta muitas espécies a exemplo da jurema preta (Mimosa tenuiflora), mameleiro (Cidonia ablonga), as quais são muito utilizadas para fazer carvão, lenha, cercados entre outras finalidades.



Fonte: Carvalho (2021)

Figura 15. Aspecto paisagístico da vegetação de carrasco. a- topo e vertente de morro descaracterizada pelo desmatamento. b- topo e vertente observada de um ângulo mais abrangente. c- Jurema preta, espécie comum da vegetação de carrasco. d- Vegetação de carrasco descaracterizada pela extração de lenha.

O extrativismo exercido na região do carrasco tem parcela significativa na contribuição do desmatamento local. Essa extração muitas vezes é feita em áreas inadequadas e em grande quantidade, fato este que tem contribuído para a redução gradativa das espécies arbustivas da caatinga do sedimentar.

Com relação a sua vegetação primitiva, a mesma vem sendo retirada e usada de forma bastante intensa com as atividades de exploração madeireira, atividades agropecuárias e extrativismo vegetal, com isso em pontos onde ocorre mais essas atividades ficaram poucos remanescentes da composição original.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou a relevância de possuir como referência a cartografia dos aspectos físicos naturais, apoiado com o processo de confecção e análise dos produtos cartográficos relacionados a caracterização do meio físico e considerando as interferências antrópicas, dando especial atenção a essas interferências em suas diversas repercussões em termos de processos e formas.

Os trabalhos desta natureza são imprescindíveis para a compreensão dos diversos usos que se faz deste dos elementos físicos naturais, pois antes de submeter uma área a certo tipo de uso, é recomendável conhecer e compreender os processos, as fragilidades, potencialidades específicas de cada área, como parte fundamental do processo de conservação dos recursos naturais.

Visando contribuir para os estudos ambientais, incluindo o homem nesse contexto, com base na produção de conhecimento e aporte científico, esta pesquisa foi norteada pela importância da realização de estudos voltados para a cartografia dos elementos físicos naturais. Essa cartografia correlacionada com a discussão dos impactos antrópicos, realizado na área de estudo, mostra-se importante instrumento de planejamento ambientais, fornecendo dados e informações, através das discussões e alertas sobre os impactos ambientais.

As informações cartográficas permitiram inclusive o subsídio a identificação das potencialidades e fragilidades dos diversos compartimentos do relevo da sub bacia, o que favorece a realização de estudos de planejamentos ambientais. Visto que se trata de uma área com intensa intervenção antrópica e que em quase toda a sub bacia, a apropriação do relevo e demais recursos naturais não consideram as restrições.

REFERÊNCIAS

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas.** Rio de Janeiro: Vozes, 1973. 351 p.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo, SP: Cultrix, 1996.

CAPUTO, M. V.; LIMA, E. C. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande - Bacia do Parnaíba. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, p. 740-753, 1984.

COGERH. **Plano de gerenciamento das águas da bacia do Litoral, fase 1: estudos básicos e diagnóstico**. Fortaleza, 2010. Disponível em: <http://www.cogerh.ce.gov.br/.../51-relatorio-final-preliminar-fase-i?...bacia-do-lit>. Acesso em: 11 de agosto. 2021.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP)**: Atlas da Bacia do Parnaíba. Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006.

COSTA FALCÃO, C. L.. A Teoria Geral dos Sistemas e o Entendimento dos Processos Erosivos em uma Bacia Hidrográfica**. Revista Equador**, v. 9, p. 21, 2020.

CLAUDINO-SALES, V. Lima, E.C.; DINIZ, S. F.; CUNHA, F. S. E. S. Megageomorfologia do Planalto da Ibiapaba: uma introducao. **William Morris Davis Revista de Geomorfologia**, v. 1, p. 186-209, 2020.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará**, 2020.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará**, 2014.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Mapa Geológico do Estado do Ceará.** Fortaleza: CPRM, 1:500.000, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. - 5. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. ISBN 9788570358172.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. –2. ed. rev. atual. –Rio de Janeiro, 1997. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).

FALCAO SOBRINHO, J. **A Natureza do Vale do Acaraú:** um olhar através das sinuosidades do relevo. Editora Sertao Cult., Ceará, 2020.

FALCAO SOBRINHO, J. **Relevo e Paisagem:** proposta metodológica. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FUCEME. **Postos Pluviométricos.** 2015. Disponível em: http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorológico/572-postos-pluviométricos. Acesso em 1 marco de 2021.

GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2019**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 dez. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 dez. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 dez. 2020.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2019.** Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2015.** Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.;

LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo. Oficina de texto, ed 2ª, 2010.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará:** Gênese, Modelagem e Conservação. Tese de Doutorado (PPGG –UFC), Fortaleza-CE, 2015. 307 p.

NASCIMENTO, F. R. Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil. UFF, Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. Solos e vegetação do estado do Ceará: Características gerais**.** In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T (org). **Ceará:** um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PLUMMER, F. B.; PRINCE, L. I.; GOMES, F. S. **Estados do Maranhão e Piauí:** Relatório 1946. [S.l.]: Conselho Nacional do Petróleo. Rio de Janeiro, 1948. 87-134p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia:** ambiente e planejamento. 5º ed- São Paulo,2000.

SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G. Análise da Fragilidade e Vulnerabilidade natural dos terrenos aos processos erosivos como base para o ordenamento territorial: o caso das bacias do córrego carioca, córrego do bação e ribeirão carioca na região do alto Rio das Velhas-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p. 65-73, 2008.

SILVEIRA, A ; CUNHA, C. M. L. **. Cartografia Geomorfológica como subsídio para a análise das interferências do uso da terra no desencadeamento dos processos erosivos**: Um estudo em área canavieira. Ra'e ga (UFPR), v. 21, p. 365-391, 2010.

SOUZA. M. J. N; Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: SOUZA, MORAES, J. O. LIMA, L.C. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, Parte I**. Fortaleza: FUNCEME, 2000. 28-31p.

VENTURI, L, A, B. Os diferentes significados do relevo no ensino de Geomorfologia. In: **Anais do V Simpósio Nacional**. Santa Maria: UFSM, 2004.

ZANELLA, M. E.; et al. Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó. **Revista Sociedade e Natureza,** Fortaleza – CE, v. 2, n. 25, p. 317–332, 2013.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4023

UM OLHAR PARA OS VALORES CULTURAL, FUNCIONAL E CIENTÍFICO/EDUCATIVO DOS GEOSSÍTIOS DA ZONA LITORÂNEA DO ESTADO DO PIAUÍ

A LOOK AT THE CULTURAL, FUNCTIONAL AND SCIENTIFIC/EDUCATIONAL VALUES OF THE GEOSITES IN THE COASTAL ZONE OF THE STATE OF PIAUÍ

UNA MIRADA A LOS VALORES CULTURALES, FUNCIONALES Y CIENTÍFICO/EDUCATIVOS DE LOS GEOSITOS EN LA ZONA COSTERA DEL ESTADO DE PIAUÍ

Brenda Rafaele Viana da Silva[1]
Elisabeth Mary de Carvalho Baptista[2]

RESUMO: O objetivo do presente estudo é identificar e descrever os valores cultural, funcional e científico/educativo da geodiversidade presente em geossítios da zona litorânea do estado do Piauí, se constituindo em uma avaliação qualitativa. Como procedimento metodológico para a realização deste trabalho, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, a partir de livros e capítulos de livros, artigos em periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado sobre as temáticas retratadas, e pesquisa de campo, para análise e registro fotográfico dos geossítios da área. Neste sentido, percebeu-se a significativa geodiversidade e seus valores de modo geral na área, e principalmente a singularidade e relevância dos valores cultural, funcional e científico/educativo da geodiversidade presente na zona litorânea piauiense, através dos seus subvalores e relações encontradas. Destaca-se que mais estudos sejam realizados no sentido de aprofundar ações para a conservação e divulgação, constituindo-se em estratégias geoconservacionistas para a área em questão.

Palavras-chave: Geodiversidade. Valoração Ambiental. Litoral Piauiense.

ABSTRACT: The objective of the present study is to identify and describe the cultural, functional and scientific/educational values of the geodiversity present in the studied geosites of the coastal zone of the state of Piauí, constituting a qualitative evaluation. As

1 Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9562-2990. Lattes: http://lattes.cnpq.br/3155942537072856. E-mail: rafaele.geo.grafia@gmail.com.
2 Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Professora Adjunta do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Teresina (PI). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2885-7968. Lattes: http://lattes.cnpq.br/5386103931112605. E-mail: elisabethmary@cchl.uespi.br.

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

a methodological procedure for carrying out this work, bibliographic research was used, from books and book chapters, articles in journals, master's dissertations and doctoral theses on the themes portrayed, and field research, for analysis and recording photograph of the geosites in the area. In this sense, it was noticed the significant geodiversity and its values in general in the area under study, and especially the uniqueness and relevance about the cultural, functional and scientific/educational values of the geodiversity present in the coastal area of Piauí, through its sub-values and relationships found. It is noteworthy that more studies are carried out in order to deepen actions for conservation and dissemination, constituting geoconservationist strategies for the area in question.

Keywords: Geodiversity. Environmental Valuation. Piaui Coast.

RESUMEN: El presente estudio tiene como objetivo identificar y describir los valores culturales, funcionales y científico/educativos de la geodiversidad presente en los geositios estudiados de la zona costera del estado de Piauí, constituyendo una evaluación cualitativa. Como procedimiento metodológico para la realización de este trabajo, se utilizó la investigación bibliográfica, a partir de libros y capítulos de libros, artículos de revistas, disertaciones de maestría y tesis doctorales sobre los temas abordados, y la investigación de campo, para el análisis y registro fotográfico de los geositios de la zona. En este sentido, se percibió la significativa geodiversidad y sus valores en general en el área de estudio, y en especial la singularidad y relevancia de los valores culturales, funcionales y científico/educativos de la geodiversidad presente en la zona costera de Piauí, a través de sus subvalores y relaciones encontradas. Es de destacar que se realizan más estudios con el fin de profundizar acciones de conservación y difusión, constituyendo estrategias geoconservacionistas para el área en cuestión.

Palabras clave: Geodiversidad. Valoración Ambiental. Costa de Piauí.

INTRODUÇÃO

O ato de atribuir determinado valor a alguma coisa não se refere somente à questão monetária, valor de troca ou estimativo. Existem diversos tipos de valores (cultural, estético, funcional, científico, entre outros) que podem ser avaliados e quantificados sob outras óticas além da econômica, apesar de este também ser um valor relevante. A necessidade de conservação da natureza é um fato, no qual a atribuição de valores justifica o ato de proteger, seja a biodiversidade ou a geodiversidade (MOCHIUTTI; GUIMARÃES; MELO, 2011).

Neste sentido, a valorização ambiental é amplamente discutida pelas mais variadas temáticas e áreas, destacando-se aqui o eixo sobre geodiversidade, conceito este que emerge a partir da década de 1990, enquanto um novo paradigma de conservação da natureza (GRAY, 2008). Os estudos desse campo do conhecimento apresentam, como objetivo

principal, a conservação dos elementos abióticos no contexto das suas relações com os aspectos bióticos, sociais e culturais, a partir de diferentes estratégias geoconservacionistas.

De modo geral, apesar do litoral do estado do Piauí apresentar em torno de apenas 66 km de extensão costeira, sua geodiversidade encontra-se destacada em diversos trabalhos, representados por inúmeros geoatrativos e locais de interesse geológico, geomorfológico e hidrológico, como planícies lacustres, planícies fluviais, planícies fluviomarinhas, afloramentos rochosos, recifes de arenitos e de arenito de praia (*beachrocks*), eolianitos, campos de dunas, delta, estuários etc. Portanto, se constituem em diferentes geossítios e geomorfossítios, apresentando um inegável potencial e conjunto de valores, considerando as potencialidades geoturísticas oferecidas por estes (BAPTISTA, 2010; SILVA, 2019).

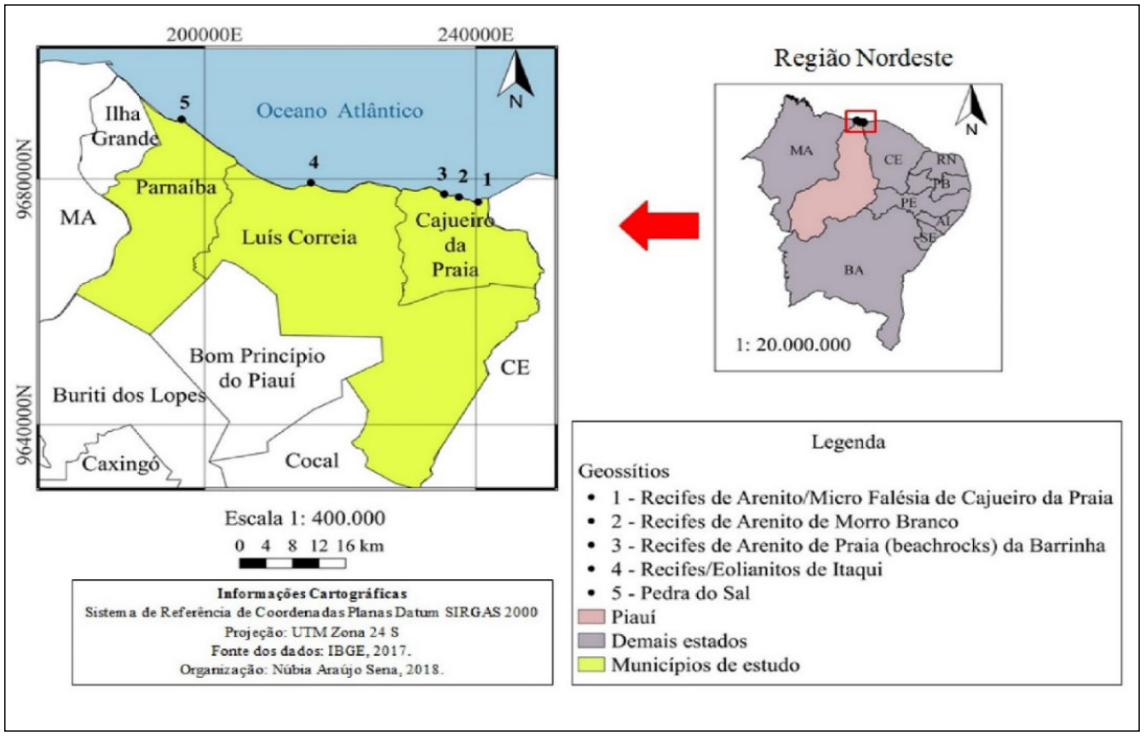
Assim, o objetivo do presente estudo é identificar e descrever os valores cultural, funcional e científico/educativo da geodiversidade presente nos geossítios estudados da zona litorânea do estado do Piauí, se constituindo em uma etapa de avaliação qualitativa.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na realização deste trabalho, utilizou-se como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica, a partir de livros e capítulos de livros, artigos em periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado que abordam a temática em questão, e a pesquisa de campo com observação direta e registro fotográfico dos geossítios no litoral piauiense. As principais referências utilizadas neste estudo no que concerne aos eixos geodiversidade, geoconservação e temáticas afins e ainda sobre o litoral piauiense, se constituíram em Sharples (2002), Gray (2004), Brilha (2005), Reverte (2014), Silva (2019), Silva, Baptista e Moura (2022), entre outros.

Para o desenvolvimento da pesquisa, organizou-se as análises e discussões a partir de duas etapas, a saber: 1) estudo teórico e conceitual acerca das principais temáticas relacionadas ao trabalho; e 2) escrita de texto a partir da identificação e descrição dos valores cultural, funcional e científico/educativo da geodiversidade presente nos geossítios da zona litorânea do estado do Piauí, considerando a classificação de Gray (2004).

É importante salientar que a seleção dos geossítios foi realizada a partir do critério em que estes estivessem inseridos essencialmente no trecho da zona litorânea piauiense, localizados na "faixa praial", abrangendo somente três dos municípios costeiros: Cajueiro da Praia, Luís Correia e Parnaíba. Dessa forma, cinco geossítios da zona litorânea piauiense foram selecionados para o desenvolvimento da pesquisa, mencionados aqui no sentido leste-oeste: no município de Cajueiro da Praia, os geossítios Recifes de Arenito/ Micro Falésia de Cajueiro da Praia (G1), Recifes de Arenito de Morro Branco (G2) e Recifes de Arenito de Praia da Barrinha (G3); no município de Luís Correia, o geossítio Recifes de Arenito/Eolianitos de Itaqui (G4); e no município de Parnaíba, o geossítio Pedra do Sal (G5), como demonstrados na Figura 1.



Fonte: Organização de Silva (2019); Geoprocessamento de Sena (2018).

Figura 1. Mapa de localização dos geossítios da zona litorânea piauiense.

Evidencia-se que este trabalho se configura como parte da dissertação de Mestrado da primeira autora (SILVA, 2019), sendo um produto do referido trabalho.

Geodiversidade e Geoconservação: breve discussão sobre os aspectos conceituais e teóricos

O estudo sobre a geodiversidade dos diferentes espaços da Terra não é um processo recente, mas o emprego deste termo tem sua inserção no contexto científico tal qual se define a partir do final do século XX, na década de 1990, com os trabalhos de Sharples (1993) e início do XXI com as pesquisas de Stanley (2000), Sharples (2002), Gray (2004), dentre outros. A principal intenção destas iniciativas acerca da geodiversidade pautou-se na preocupação com a degradação dos recursos naturais, em especial os minerais, por seu uso sem o cuidado devido e pela ocupação sem planejamento das áreas na superfície terrestre, levando ao desenvolvimento de um outro termo, a geoconservação, objetivando assim, a conservação e proteção da geodiversidade (BAPTISTA; LIMA, 2020).

Sharples (2002, p. 60) foi um dos primeiros autores a atribuir uma definição completa para geodiversidade, definindo-a como: "[...] a diversidade de características, assembleias, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas da paisagem) e do solo". A definição proposta no ano de 2002 pela Sociedade Real para Conservação da Natureza do Reino Unido semelhante a de Stanley (2000) destaca que a

geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra (BRILHA, 2005).

Koslowski (2004) afirma que a geodiversidade é a variedade natural da superfície da Terra, em seus aspectos geológicos, geomorfológicos, de solo e águas superficiais (nascentes, pântanos, lagos e rios), bem como outros sistemas resultantes de processos naturais ou atividades humanas. Para Gray (2004) geodiversidade é definida como a variedade ou diversidade natural de feições ou elementos geológicos (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo ou processos ativos) e de solo, incluindo suas associações, relações, propriedades, interpretações e sistemas.

Sharples (2002), entende que a geodiversidade, mesmo que não esteja associada a nenhuma espécie de vida, possui significativa importância na manutenção da biodiversidade, o que reflete na conservação na natureza. Dessa forma, resume que o objetivo da geoconservação relaciona-se a preservação da geodiversidade ou diversidade natural considerando os "[...] significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspectos e processos" (SHARPLES, 2002, p. 79).

De acordo com Silva e Nascimento (2016), a necessidade de conservação da geodiversidade de um lugar está no fato de que muitos dos recursos existentes são esgotáveis e, ao mesmo tempo, únicos. Dessa forma, é preciso haver uso sustentável da geodiversidade mundial, conservando sempre aqueles locais que possuem um alto valor, seja ele científico, cultural ou simplesmente turístico devido ao seu aspecto visual. A avaliação destes locais passa por uma valoração qualitativa e quantitativa, além de uma forte participação dos gestores e população em geral, inserindo estratégias geoconservacionistas.

Segundo Lorenci (2013, p. 67), a geoconservação pode ser definida como:

> [...] uma atividade voltada para a conservação do Patrimônio Geológico de uma região, visando a sustentabilidade dos geossítios que expressam valor cultural, histórico, científico, educativo, turístico, econômico e que quando inventariados, identificados, classificados, tem como principal objetivo a conservação e a divulgação deste patrimônio representativo de um território onde o desenvolvimento deve ser sustentável.

Os objetivos principais da geoconservação para Sharples (2002, p. 122) são:

> 1) conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade; 2) proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação; 3) minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação; 4) interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas; e 5) contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade.

De acordo com Sharples (2002), nota-se que os principais objetivos da prática geoconservacionista atrelam-se à conservação e proteção da geodiversidade de uma determinada área. Neste sentindo, Pereira (2010) considera que a geoconservação possui, como base, a conservação dos elementos naturais, a promoção da identidade do território e o uso racional dos elementos que compõem a geodiversidade por meio do geoturismo, com vistas a perpetuar esses elementos e fazer com que moradores e visitantes se sintam sensibilizados quanto a seu valor científico e educativo.

Dessa forma, entende-se que a geoconservação trata-se de uma iniciativa com objetivo de conservação e proteção da geodiversidade e seus processos associados de modo geral, enfatizando a valorização e divulgação desse potencial abiótico, levando em consideração o desenvolvimento sustentável de uma dada área.

Valores da Geodiversidade: diferentes enfoques

Com o objetivo de fundamentar a necessidade de conservação e proteção da geodiversidade, diversos autores têm tentado evidenciar os seus valores e interesses. Gray (2004) foi um dos primeiros autores a classificar os valores atribuídos a geodiversidade, em seu livro intitulado "*Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*", classificação bem difundida entre os trabalhos acadêmicos que abordam a presente temática.

Reverte (2014) afirma que o ato de atribuir valor a algum elemento não diz respeito apenas à questão monetária, pois existem diversos tipos de valores que podem ser quantificados sob outros aspectos além do econômico. E a necessidade de conservação da natureza é um exemplo concreto da não valorização monetária no qual a atribuição de valores justifica apenas o ato de proteger, seja a biodiversidade ou a geodiversidade.

Ao considerar as propostas de Gray (2004), discriminam-se como valores da geodiversidade: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional e científico/educativo, subdivididos em trinta e dois subvalores, embora Brilha (2005) e demais autores também fazem uso desses termos. No Quadro 1 apresentam-se os seis valores e os trinta e dois subvalores da geodiversidade, conforme Gray (2004).

Quadro 1. Valores da geodiversidade a partir de Gray (2004).

Tipos de valor	Subvalores
I – Valor Intrínseco	1 – Natureza abiótico independente da avaliação humana
II – Valor Cultural	2 – Folclore
	3 – Arqueológico/Histórico
	4 – Denominação e/ou imagem de elementos da geodiversidade
	5 – Sentido do lugar
	6 – Espiritual

continua

continuação

Tipos de valor	Subvalores
III – Valor Estético	7 – Paisagens locais
	8 – Geoturismo
	9 – Atividades de lazer
	10 – Apreciação a distância
	11 – Geoarquitetura
IV – Valor Econômico	12 – Energia
	13 – Minerais industriais
	14 – Minerais metálicos
	15 – Gemas
	16 – Fósseis
	17 – Minerais para a construção
	18 – Solo
V – Valor Funcional	19 – Plataformas
	20 – Armazenamento e reciclagem
	21 – Saúde
	22 – Enterro
	23 – Controle de poluição
	24 – Química da água
	25 – Funções do solo
	26 – Funções do geossistema
	27 – Funções do ecossistema
VI – Valor Científico/ Educativo	28 – Investigação científica
	29 – História da Terra
	30 – Pesquisa geológica
	31 – Monitoramento ambiental
	32 – Educação e formação de professores

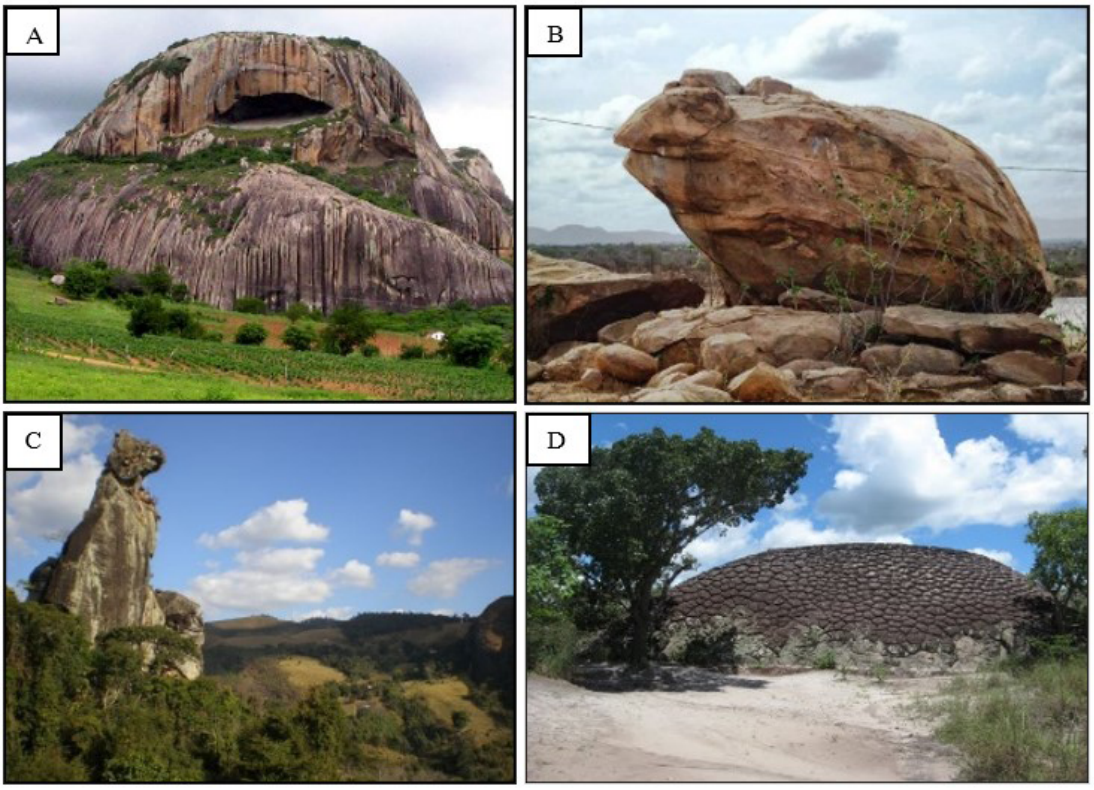
Fonte: Gray (2004).

A seguir são detalhadas as descrições de cada um dos valores da geodiversidade, conforme a proposta de Gray (2004) e demais autores.

– **Valor Intrínseco:** também denominado existencial, expressa a relação existente entre o ser humano e a natureza (GRAY, 2004). De acordo com Brilha (2005), de todos os valores que se atribuem à geodiversidade, o intrínseco é, provavelmente, o mais subjetivo, e esta subjetividade advém da dificuldade de quantificação deste valor e da sua relação com as perspectivas filosóficas, éticas e religiosas de cada sociedade e cultura. Assim, a geodiversidade terá um valor intrínseco independente do seu maior ou menor interesse para o ser humano. Reverte (2014) considera que o valor intrínseco é atribuído à geodiversidade simplesmente por sua existência, independentemente de sua utilização, ou seja, é o valor que um determinado elemento abiótico tem pelo simples fato de existir.

– **Valor Cultural:** corresponde à estreita ligação entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso de uma sociedade e os elementos da geodiversidade que a rodeia (BRILHA, 2005; SANTOS, 2012). Ainda na perspectiva do valor cultural da geodiversidade, não se pode deixar de referir-se a questões arqueológicas e históricas. Um exemplo da relação dos nossos antepassados com a geodiversidade está na escolha dos materiais mais adequados para a fabricação de instrumentos (objetos em ouro, bronze, ferro etc.). A construção de estruturas defensivas em locais geomorfologicamente favoráveis também é um exemplo do valor cultural e histórico, incluindo-se os grandes castelos construídos em zonas elevadas permitindo a observação sobre vastas extensões ao seu redor (BRILHA, 2005).

Meira (2016) afirma que muitos locais apresentam toponímias relacionadas a aspectos geológicos e/ou geomorfológicos. Neste aspecto tem-se exemplos no Brasil, como Pedra Branca, Barra e Morro do Chapéu, sendo o primeiro município do estado do Ceará, e os dois últimos municípios do estado da Bahia, além de muitos outros. O aspecto religioso também se relaciona com o valor cultural da geodiversidade, quando pessoas se utilizam de cavernas, grutas e morros para realizar cultos e momentos religiosos. Quando um determinado aspecto geológico é explicado pela população com base em argumentos místicos e transcendentais, Gray (2004) sugere a utilização do termo "geomitologia" e no Brasil têm-se vários exemplos de locais geomitológicos, como a Pedra da Boca (PB), Pedra do Sapo (RN), Pedra do Cão Sentado (RJ), Pedra da Tartaruga (PI), entre outras, como representados na Figura 2.



Fonte: Reverte (2014); Silva (2015).

Figura 2. Exemplos de locais geomitológicos no Brasil. A – Pedra da Boca (PB); B – Pedra do Sapo (RN); C – Pedra do Cão Sentado (RJ); D - Sete Cidades (PI).

– **Valor Estético:** assim como o valor intrínseco, o valor estético é difícil de ser quantificado, em razão do conceito de "beleza" variar de pessoa para pessoa, sendo algo subjetivo. Decidir se uma determinada paisagem é mais ou menos bela que outra é bem discutível. Silva (2008) afirma que ao desfrutar de uma paisagem, nem sempre o observador tem a percepção do papel da geodiversidade no reconhecimento dos aspectos inerentes a ela, no sentido de respeitar a sua individualidade e de reconhecer a sua identidade.

Nesse contexto, a contemplação da paisagem pode ser valorizada se for acrescentada de informação científica da estrutura geológica intrínseca àquela paisagem, pois através dos seus aspectos geológicos e geomorfológicos, a paisagem evidencia a memória da Terra e dos cenários ambientais do passado (REVERTE, 2014). No território brasileiro, inúmeros são os exemplos de paisagens com elementos da geodiversidade que se destacam por sua beleza cênica e estética, como Fernando de Noronha (PE), Jericoacoara (CE), São Raimundo Nonato (PI), Chapada Diamantina (BA), entre tantas outras, como é demonstrado na Figura 3.



Fonte: Schobbenhaus e Silva (2012); Meira (2016); Pereira (2010).

Figura 3. Locais no Brasil com destaque da geodiversidade por sua beleza estética. A – Fernando de Noronha (PE); B – Jericoacoara (CE); C – São Raimundo Nonato (PI); D – Chapada Diamantina (BA).

– **Valor Econômico:** para Brilha (2005) e Lopes (2011), o valor econômico da geodiversidade é o mais objetivo e de fácil quantificação, uma vez que a sociedade já está habituada a dar valores aos bens e serviços utilizados, compreendendo facilmente que as rochas, os minerais, os fósseis tenham também o seu valor econômico. O reconhecimento da importância da geodiversidade, associada à exploração de recursos minerais e energéticos para o desenvolvimento e progresso da sociedade tecnológica é um conceito comum à população como um todo. Sendo assim, torna-se compreensível que os materiais geológicos, rochas, sedimentos, solos, minerais e mesmo fósseis tenham um valor econômico bem fundamentado, dependente das forças de oferta e procura existentes no mercado (REVERTE 2014).

– **Valor Funcional:** segundo Brilha (2005), o valor funcional reconhece o valor da geodiversidade em seu local original, ao contrário do valor econômico, que só confere valor à geodiversidade depois que esta é explorada. Brilha (2005) ainda ressalta que o valor funcional da geodiversidade pode ser visto sob dois aspectos diferentes: adotando o seu valor *in situ* ao considerar o seu caráter utilitário ao ser humano e o seu valor enquanto substrato para sustentação dos sistemas físicos e ecológicos da superfície terrestre. De modo geral, o primeiro diz respeito a valorização da geodiversidade que se mantém no local de origem, exemplificando por meio do suporte para a realização das mais variadas atividades humanas (construções de barragens, cidades etc.), seja no seu uso para o armazenamento de

certas substâncias, como a água subterrânea em aquíferos, resíduos em aterros, ou ainda o papel fundamental do solo na agricultura e na produção florestal. O segundo aspecto refere-se aos locais onde a geodiversidade atuou como substrato à biodiversidade, definindo as condições ideais para a sua implementação e desenvolvimento.

– **Valor Científico/Educativo:** o valor científico versa sobre o acesso e análise de amostras representativas da geodiversidade, com o intuito de permitir sua identificação e interpretação, de modo a buscar desvendar a história geológica da Terra (SANTOS, 2012). Consiste no acesso e posterior estudo e compreensão da geodiversidade, tanto no âmbito fundamental, cujo intuito é permitir sua identificação e interpretação, de modo a buscar e desvendar a história geológica da Terra, quanto no caráter aplicado, o qual ajuda as populações a evitarem, por exemplo, áreas de potenciais riscos geológicos (vulcanismo, terremotos), influenciando na melhoria das relações de convivência entre as pessoas e a geodiversidade (REVERTE, 2014). Por sua vez, o valor educativo consiste em um conjunto de práticas educativas formais (âmbito escolar) e não formais (público leigo em geral) que possibilitem o contato direto entre a sociedade e os elementos da geodiversidade, trazendo o conhecimento científico, de forma pedagógica, ao alcance de todos (BRILHA, 2005).

Como já mencionado, a proposta de valores para a geodiversidade apresentada por Gray, em 2004, é utilizada e difundida por diversos autores em muitos países, porém, uma nova abordagem baseada nos serviços ecossistêmicos da geodiversidade tem sido empregada na conservação da natureza ao longo da última década, proposta essa reformulada por Gray em 2013.

Valores Cultural, Funcional e Científico/Educativo dos geossítios da zona litorânea do estado do Piauí: diferentes olhares

Apresenta-se a seguir os resultados e discussões acerca dos diferentes olhares e descrições dos valores cultural, funcional e científico/educativo da geodiversidade presentes nos geossítios da zona litorânea piauiense.

Valor Cultural dos geossítios da zona litorânea piauiense

De acordo com Mochiutti, Guimarães e Melo (2011), o valor cultural da geodiversidade se revela nas inúmeras relações que existem entre a sociedade e o mundo natural que a rodeia, no qual ela está inserida e ao qual ela pertence. Existem íntimas relações entre elementos da geodiversidade e as comunidades humanas, sejam no processo de ocupação de determinada região, no uso destes elementos para a sua sobrevivência e desenvolvimento, na toponímia dos lugares, na influência sobre o folclore, a religiosidade e a identidade destas populações.

Corroborando com Meira (2016), descrever a relevância cultural de um determinado local não é uma tarefa tão simples, em especial da interação dessa com os elementos da geodiversidade, já que muito não é escrito oficialmente, mas, sim passado oralmente de geração em geração, ficando restrita às pessoas do local. Procurou-se durante os trabalhos de campo conversar informalmente com alguns moradores locais, bem como realizar pesquisas bibliográficas,

objetivando reunir informações sobre a relevância cultural sobre lendas, elementos arqueológicos, músicas, poemas, entre outros que envolvessem os geossítios estudados.

Todos os geossítios em estudo, por serem ambientes litorâneos, possuem o subvalor espiritual, no que diz respeito à sensação de paz, relaxamento e tranquilidade que os moradores e turistas têm em contato com o mar e suas paisagens naturais. O geossítio Recifes de Arenito/ Micro Falésia de Cajueiro da Praia (G1) localizado no município de Cajueiro da Praia, possui uma conotação folclórica e sentido de lugar pela presença da Ilha D'Anta (pequena ilhota localizada entre as praias de Cajueiro da Praia e Morro Branco), pois sua existência permite uma ideia de misticidade, mistério e identidade, principalmente para os moradores mais antigos que residem na vila de pescadores, com algumas lendas sobre a área em questão. Um outro elemento cultural que se destaca no local, é a identificação que os moradores têm com a questão da preservação do peixe-boi, também sendo ainda um motivo de visitação por parte dos turistas.

O geossítio Recifes de Arenito de Morro Branco (G2), localizado no município de Cajueiro da Praia, possui relação cultural significativa também através da figura da Ilha D'Anta como já citado anteriormente e pela existência de um cemitério bem próximo da faixa praial onde estão localizados os recifes de arenito, destacando o subvalor espiritual. De acordo com Porto *et al.* (2012), o cemitério do Morro Branco (Figura 4) situa-se sobre uma duna fixa, próximo à linha costeira de maré, sendo atingido diretamente pelo mar durante ressacas marinhas ou outros avanços esporádicos da linha do litoral.



Fonte: Silva (2019).

Figura 4. Cemitério do Morro Branco, próximo aos recifes de arenito, em Cajueiro da Praia/PI.

Este cemitério possui expressivo valor na memória da população nativa de Cajueiro da Praia, se constituindo em um patrimônio histórico e cultural da área. Em estudos realizados foi constatada a presença de material malacológico e cerâmico no contexto do cemitério, apresentando material arqueológico, encontrado durante retiradas ocasionais

de sedimento. É possível que este espaço tenha sido originalmente lugar de ocupação indígena, apesar de serem necessários estudos mais aprofundados (PORTO *et al.*, 2012). A denominação da praia (Toponímia) é decorrente da presença de alguns concheiros depositados sobre dunas próximos a ela (Figura 5).



Fonte: Silva (2019).

Figura 5. Dunas de Morro Branco, Cajueiro da Praia.

Sobre o geossítio Recifes de Arenito (*beachrocks*) da Barrinha (G3), também localizado no município de Cajueiro da Praia, identificou-se os subvalores espiritual, por ser local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar, por parte dos moradores e visitantes, e o subvalor de sentido de lugar, a partir da relação que a população tem com os recifes.

Em relação ao geossítio Recifes de Arenito/Eolianitos de Itaqui (G4), localizado no município de Luís Correia, o valor cultural se dá através da proximidade dos sítios arqueológicos, destacando os subvalores arqueológico e histórico. De acordo com Silva e Santos (2013), no litoral piauiense existem alguns sítios arqueológicos que podem ter sido locais de habitação dos índios Tremembés entre os séculos XVI e XVII, como o sítio Seu Bode, localizado no munícipio de Luís Correia, nas proximidades da praia de Macapá. A hipótese é que esses vestígios tenham sido deixados pelo grupo, ou por seus ancestrais, Proto-Tremembés, porque são encontrados na área por ele ocupada no período de contato com os colonizadores. Esses vestígios se encontram na superfície do sítio e se caracterizam por instrumentos líticos, fragmentos de cerâmica e restos malacalógicos, carapaças de moluscos, utilizados na alimentação. No entanto, não se pode desconsiderar a hipótese de ocupação por outros grupos (SILVA; SANTOS, 2013).

Santos, Silva e Mendes Júnior (2012), apontam que os sítios arqueológicos no litoral do Piauí estão tanto sob dunas quanto sobre as dunas, associados a dunas móveis ou dunas com vegetação e sofrendo processos ambientais e antrópicos que atuam tanto no

seu encobrimento quanto no seu descobrimento. Representam cronologias que vão desde 2.500 antes do presente até ao século XIX. Há estudos que indicam possíveis registros arqueológicos sob os eolianitos da praia de Itaqui, no entanto necessita-se de mais pesquisas para se confirmar tais especulações (SANTOS; SILVA; MENDES JÚNIOR, 2012).

Dos geossítios estudados, o geossítio Pedra do Sal (G5) é o que mais apresenta riqueza de valor cultural relacionado diretamente à sua geodiversidade. Apresenta valor folclórico excepcional através de lendas sobre a praia em si e mais especificamente sobre o promontório rochoso, sendo explicada por alguns moradores como uma praia de ambiente místico e revelador. Há inúmeras lendas sobre a Pedra do Sal, histórias essas que estão escritas em livros, jornais, manuscritos e que também passam de geração em geração através da oralidade dos seus moradores para com seus familiares.

Uma das muitas lendas contadas pelos moradores locais, é que sob os rochedos graníticos estão escondidos tesouros valiosos escondidos por piratas há muito tempo. Outros afirmam que há milhares de anos os povos fenícios descobriram as terras piauienses, ao chegarem à praia da Pedra do Sal, no atual município litorâneo de Parnaíba. Denota-se assim o subvalor histórico como muito alto na área em questão.

Ainda no geossítio Pedra do Sal os subvalores espiritual e sentido de lugar são bastante expressivos. O primeiro em virtude de muitos turistas e moradores realizarem atividades de meditação e reflexão no alto do promontório, principalmente durante o entardecer com o pôr do sol, e o sentido de lugar no que diz respeito à identidade muito forte que os moradores têm com a praia em si. Ressalta-se que o subvalor sentido de lugar apresenta relação substancial com a ciência geográfica, uma vez que este se aproxima de um dos conceitos chaves da Geografia, a categoria de lugar. O geossítio apresenta ainda, dentro do subvalor espiritual, um valor religioso (Figura 6), em virtude da crença da população local.



Fonte: Silva (2019).

Figura 6. Santuário no espaço delimitado do farol da praia de Pedra do Sal. A imagem da santa, indicada pela seta vermelha, está inserida no interior da área destinada ao farol, circundada por muro, em cima de rocha granítica do promontório.

No Quadro 2 apresenta-se as identificações e descrições do valor cultural presentes nos geossítios estudados na área em questão.

Quadro 2. Valor cultural dos geossítios da zona litorânea piauiense.

Valor	Geossítio	Subvalores	Relação encontrada
CULTURAL	**Recifes de Arenito/Micro Falésia de Cajueiro da Praia (G1)**	Folclórico	Apresenta lendas sobre a Ilha D'Anta, também servindo como ponto de referência para os pescadores.
		Espiritual	Local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar.
		Sentido de Lugar	Identidade que os moradores têm com os aspectos naturais da área, em especial com os recifes.
	Recifes de Arenito de Morro Branco (G2)	Folclórico	Apresenta lendas sobre a Ilha D'Anta.
		Arqueológico e histórico	Presença de material malacológico e cerâmico no contexto do cemitério, apresentando material arqueológico.
		Denominação de elementos da geodiversidade	Toponímia oriunda das dunas próxima aos recifes.
		Espiritual	Local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar. E a crença religiosa através do cemitério bem próximo aos recifes.
		Sentido de Lugar	Identidade que a população tem com a praia e os recifes.
	Recifes de Arenito (beachrocks) da Barrinha (G3)	Espiritual	Local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar.
		Sentido de Lugar	Identidade que os moradores têm com os aspectos naturais da área, em especial com os recifes.
	Recifes de Arenito/ Eolianitos de Itaqui (G4)	Arqueológico	Possíveis registros arqueológicos sob os eolianitos da praia de Itaqui.
		Espiritual	Local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar.
		Sentido de Lugar	Identidade que os moradores têm com os aspectos naturais da área, em especial com os recifes e eolianitos.
	Pedra do Sal (G5)	Folclórico	Apresenta inúmeras lendas relacionadas as duas faixas praiais e o promontório rochoso.
		Histórico	Informações publicadas em livros, manuscritos, jornais e história oral por parte dos moradores.
		Denominação de elementos da geodiversidade	Toponímia relacionado diretamente ao promontório rochoso.
		Espiritual	Local de contemplação da natureza, sensação de paz, tranquilidade e relaxamento em contato com o mar, pôr do sol. E a crença religiosa.
		Sentido de Lugar	Identidade que a população tem com a praia e as rochas, bem como serve de inspiração para poesias e canções de músicas.

Fonte: Elaboração de Silva (2019). Adaptado de Mochiutti, Guimarães e Melo (2011).

Valor Funcional dos geossítios da zona litorânea piauiense

Segundo Gray (2004), é o valor de utilidade que a geodiversidade tem para a sociedade enquanto suporte para a realização de suas atividades e como substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos da Terra.

Os geossítios caracterizados apresentam subvalores de funções de caráter estocagem/reciclagem, geossistêmica e ecossistêmico. Em todos os geossítios, seja nos recifes de arenito (G1, G2, G3 e G4) ou do afloramento granítico (G5), a função estocagem/reciclagem tem seu grau de importância no equilíbrio com a biodiversidade, pois tanto nas marmitas de dissolução presentes nos recifes de arenito de praia da Barrinha, como nas barretas com água das outras áreas recifais, as rochas têm a função de acumular água, contribuindo para a sobrevivência de pequenos crustáceos, moluscos e espécies de algas.

As funções geossistêmicas perpassam pela dinâmica de processos costeiros e de erosão costeira nos cinco geossítios sobre influência das marés. A função ecossistêmica é representada pela presença de pequenos animais (em especial crustáceos e moluscos) na faixa praial, encrustados nas rochas e sob os recifes, e vegetação típica de água salgada (algas) sobre a areia da praia.

No Quadro 3 apresenta-se as identificações e descrições do valor funcional presentes nos geossítios estudados na área em questão.

Quadro 3. Valor funcional dos geossítios da zona litorânea piauiense.

Valor	Geossítios	Subdivisão dos valores	Relação encontrada
FUNCIONAL	G1, G2, G3, G4 e G5.	Estocagem e reciclagem	Contribuir para a manutenção da biodiversidade.
	G1, G2, G3, G4 e G5.	Funções Geossistêmicas	Processos costeiros.
	G4.		Processos eólicos.
	G1, G2, G3, G4 e G5.		Processos de erosão costeira.
	G1, G2, G3, G4 e G5.	Funções Ecossistêmicas	Pequenos animais água salgada (crustáceos, moluscos etc.). Presença de algas.

Fonte: Elaboração de Silva (2019). Adaptado de Mochiutti, Guimarães e Melo (2011); Meira (2016).

Valor Científico/Educativo dos geossítios da zona litorânea piauiense

A geodiversidade se constitui em um vasto campo de trabalho para as pesquisas científicas, se conformando em um laboratório prático para o ensino das Geociências. O aprendizado se torna muito mais eficaz quando existe a possibilidade de aliar a teoria àquilo que pode ser visto, tocado, vivido (MOCHIUTTI; GUIMARÃES; MELO, 2011).

Conforme Meira (2016), o valor científico e educativo da geodiversidade parte do seu uso enquanto elemento de estudo da Ciência da Terra, ou seja, o quanto a feição ou a forma são citadas no meio acadêmico e constitui um bom exemplo didático para o ensino e popularização de conceitos pertinentes a Ciência. O valor educativo se estabelece em um conjunto de práticas educativas formais e não formais que possibilitem o contato

entre a sociedade com os elementos da geodiversidade, objetivando estreitar a linguagem acadêmica com o restante da população.

Todos os cinco geossítios estudados apresentam trabalhos científicos publicados, seja na forma de artigos (SILVA; BAPTISTA, 2014; SILVA; BAPTISTA; MOURA, 2015; BAPTISTA; MOURA; SILVA, 2016; SILVA; BAPTISTA, 2016; BAPTISTA *et al*., 2018; BAPTISTA; LIMA, 2020; SILVA; LIMA; BAPTISTA, 2020; SILVA; BAPTISTA; MOURA, 2022), trabalho de conclusão de curso (SILVA, 2015), dissertações de mestrado (BAPTISTA, 2004; SILVA, 2019) e teses de doutorado (BAPTISTA, 2010; PAULA, 2013; LOPES, 2017).

Por apresentar diversos atrativos geológicos e geomorfológicos, o litoral piauiense de modo geral configura-se como destino comum em saídas de pesquisas de campo de Universidades piauienses e de alguns outros estados do Nordeste, sendo que os geossítios Pedra do Sal (G5) e Recifes de Arenito/Micro Falésia de Cajueiro da Praia (G1), são mais visitados devido a facilidade de acesso e abordagem de conteúdos.

Os geossítios inventariados são também indicadores paleoambientais de variação do nível do mar. Os recifes de arenitos (G1, G2, G3 e G4) e o afloramento granítico (G5) apresentam importante função no equilíbrio da dinâmica costeira, uma vez que exercem o trabalho de proteger a linha da costa da ação erosiva marinha, sendo ao mesmo tempo testemunhos do fluxo e refluxo das marés e, consequentemente, do nível relativo do mar. E segundo Meira (2016), esses elementos localizados em ambientes costeiros, em conjunto remontam um grande capítulo da história ambiental recente do planeta e explicar tais eventos de forma entendível ao público leigo é relevante.

No Quadro 4, apresenta-se as identificações e descrições do valor funcional presentes nos geossítios estudados na área em questão.

Quadro 4. Valor científico/educativo dos geossítios da zona litorânea piauiense.

Valor	Geossítios	Subdivisão dos valores	Relação encontrada
CIENTÍFICO / EDUCATIVO	G1, G2, G3, G4 e G5.	Descoberta científica	- Artigos científicos; - Trabalho de conclusão de curso; - Dissertações de mestrado; - Teses de doutorado.
	G1, G2, G3, G4 e G5.	História da Terra	Evolução da dinâmica costeira;
	G4.		Dinâmica eólica;
	G1.		Formação Barreiras, com depósitos do Quaternário;
	G1, G2, G3, G4 e G5.		Erosão Costeira;
	G1, G2, G3, G4 e G5.		Recifes de arenito, beachrocks, eolianitos e afloramento granítico de embasamento cristalino.
	G1, G2, G3, G4 e G5.	Monitoramento do meio ambiente	Indicativo de evento paleoclimático/mudança do nível relativo do mar com regressões e transgressões marinhas.
	G1, G2, G3, G4 e G5.	Educação e treinamento	Pesquisas de campos de diferentes universidades.

Fonte: Elaboração de Silva (2019). Adaptado de Mochiutti, Guimarães e Melo (2011); Meira (2016a).

Nesse contexto, evidencia-se o potencial e singularidade dos valores cultural, funcional, científico/educativo da geodiversidade presentes nos cinco geossítios estudados localizados na zona litorânea piauiense.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da expressiva geodiversidade do litoral piauiense, realizou-se a identificação e descrição dos valores cultural, funcional e científico/educativo desta, presente nos geossítios da área em questão, encontrando diversas potencialidades. Sobre o valor cultural, todos os cinco geossítios apresentaram alguns subvalores como folclórico, espiritual, sentido de lugar, arqueológico e histórico e diversas relações encontradas nestes. Dos geossítios estudados, o geossítio Pedra do Sal (G5) e Recifes de Arenito de Morro Branco (G2) são os que mais apresentam riqueza de valor cultural relacionado diretamente à sua geodiversidade a partir de seus subvalores encontrados.

Sobre o valor funcional, os geossítios apresentam relevantes funções naturais para a área em questão, destacando os subvalores como estocagem e reciclagem, funções geossistêmicas e ecossistêmicas, juntamente com suas relações encontradas nestes. E quanto ao valor científico/educativo, evidenciou-se a importância destes geossítios no tocante à importantes subvalores como descoberta científica, história da Terra, monitoramento do meio ambiente e educação e treinamento.

Neste sentido, percebeu-se a significativa geodiversidade e seus valores presentes na zona litorânea piauiense, e principalmente a singularidade e relevância acerca dos valores cultural, funcional e científico/educativo desta através dos seus subvalores e relações encontradas. Destaca-se a necessidade de que mais estudos sejam realizados no sentido de aprofundar ações para a conservação, valorização e divulgação, constituindo-se em estratégias geoconservacionistas para a área em questão.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, E. M. C. **Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do Estado do Piauí**. 2004. 290 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, 2004.

BAPTISTA, E. M. C. **Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea do estado do Piauí, Brasil.** 2010. 305 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BAPTISTA, E. M. C.; LIMA, I. M. M. F. Geoeducação e Geoconservação no Litoral do Piauí: valorização da Geodiversidade através de ferramentas didáticas. *In*: BAPTISTA, M. P. C; NASCIMENTO, F. A. S; BAPTISTA, E. M. C; SILVA, B. R. V. (org.). **Dos tempos à viração, dos ventos à amarração:** Estudos Histórico-Geográficos sobre o Litoral do Piauí. Teresina: EDUFPI, 2020. v. 1, p. 257-294.

BAPTISTA, E. M. C; LIMA, I. M. M. F.; MOURA, L. S.; SILVA, B. R. V. Panorama dos Estudos sobre Geoconservação no Estado do Piauí no período de 2010 a 2018. **Carta**

CEPRO, Teresina, v. 30, n. 2, p. 59-80, jan. / jun. 2018.
BAPTISTA, E. M. C; MOURA, L. S; SILVA, B. R. V. Geomorfologia e Geodiversidade do litoral piauiense para fins de Geoconservação. **Revista de Geociências do Nordeste – REGNE**, Natal, v. 2, Número Especial, p. 1250-1258, 2016.
BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage, 2005.
GRAY, M. **Geodiversity**: developing the paradigm. Proceedings of the Geologists' Association, London, England, v. 119, p. 287-298, 2008.
GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Chichester, England, John Wiley & Sons, 2004. 450 p.
KOSLOWSKI, S. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przeglad Geologiezny.** v. 52, n. 8/2, p. 833-837, 2004.
LOPES, L. S. O. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico**: Aplicação no litoral do estado do Piauí. 2017. 215 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
LOPES, L. S. O. **Geoconservação e geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
LORENCI, C. T. B. **Geoturismo:** uma ferramenta auxiliar na interpretação e preservação do patrimônio geopaleontológico da região central do Rio Grande do Sul. 2013. 185 f. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Cultural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
MEIRA, S. A. **"Pedras que cantam":** O Patrimônio Geológico do Parque nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.
MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S. Os valores da geodiversidade da região de Piraí da Serra, Paraná. **Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 651-668, 2011.
PAULA, J. E. A. **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí:** evolução, comportamento dos processos costeiros e variação da linha de costa. 2013. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas e Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
PEREIRA, R. G. F. A. 2010. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil).** 2010. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia) – Universidade do Minho, Portugal. 2010.
PORTO, F. R. C.; SILVA, J. C.; GOMES, H. K. T.; LOPES, F. R. A. Entre dunas e o Mar, um lugar de memórias para repousar: da ancestralidade arqueológica à histórica viva do cemitério do Morro Branco - PI. **Revista FSA**, Teresina, v. 9, n. 2, p. 70-80, 2012.
REVERTE, F. C. **Avaliação da geodiversidade em São Sebastião – SP, como patrimônio geológico**. 2014. 208 f. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
SANTOS, A. G.; SILVA, J. C.; MENDES JÚNIOR, J. Q. Cerâmica pré-histórica no litoral piauiense: uma cerâmica Tremembé? **Revista FSA**, Teresina, n. 9, p. 125 - 137, 2012.
SANTOS, E. M. **Diagnóstico da geodiversidade e potencial geoturístico do município**

de Bonito, agreste de Pernambuco. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SHARPLES, C. **A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes**. Hobart: Forestry Commission, 1993.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3. ed. Hobart, Austrália: Tasmanian Parks & Wildlife, 2002.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C.R. **Geoparques do Brasil:** Propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

SILVA, B. R. V. **Avaliação do Patrimônio Geológico-Geomorfológico da Zona Litorânea Piauiense para fins de Geoconservação**. 2019. 231 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

SILVA, B. R. V. **Geoturismo como possibilidade de conservação dos recursos naturais da praia de Pedra do Sal, zona costeira do Piauí:** uma estratégia de geoconservação. 2015. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Geografia) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2015.

SILVA, B. R. V.; BAPTISTA, E. M. C. Geoturismo como estratégia de geoconservação para a praia de Pedra do Sal, Parnaíba/PI. **Revista de Geociências do Nordeste – REGNE**, Caicó, v. 2, p. 1211-1220, 2016.

SILVA, B. R. V.; BAPTISTA, E. M. C.; MOURA, L. S. Elementos da geodiversidade para a geoconservação do litoral do Piauí. **Academia de Ciências do Piauí**, Teresina, v. 3, n. 3, p.18-34, 2022.

SILVA, B. R. V.; BAPTISTA, E. M. C.; MOURA, L. S. Paisagens Naturais do Litoral Piauiense: (Re) Descoberta para a Geoconservação. **Revista Equador,** Teresina, v. 4, n. 3, p. 178-184, 2015. Edição especial 2

SILVA, B. R. V.; BAPTISTA, E. M. C. Roteiro Geológico-geomorfológico do Litoral Piauiense: Caminhos para a Geoconservação. **Revista Geonorte**, Manaus, v.10, n.1, p.146-149, 2014.

SILVA, B. R. V; LIMA, I. M. M. F; BAPTISTA, E. M. C. Geossítios da Zona Litorânea Piauiense: caracterização para fins de Geoconservação. *In*: BAPTISTA, M. P. C; NASCIMENTO, F. A. S; BAPTISTA, E. M. C; SILVA, B. R. V. (org.). **Dos tempos à viração, dos ventos à amarração**: Estudos Histórico-Geográficos sobre o Litoral do Piauí. Teresina: EDUFPI, 2020. v. 1. p. 97-131.

SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil:** conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, J. C.; SANTOS, A. G. A Cerâmica Arqueológica na Área Tremembé, Piauí, Brasil. *In*: REUNIÃO EQUATORIAL DE ANTROPOLOGIA, 4.; REUNIÃO DE ANTROPÓLOGOS DO NORTE E NORDESTE, 13., 2013, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: UFC, 2013. p. 1-17.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L. Panorama geral sobre a geoconservação em Natal (RN): ameaças à geodiversidade in situ e ex situ. **HOLOS**, Natal, ano 32, v. 7, p. 3-14, 2016.

STANLEY, M. Geodiversity. **Earth Heritage**, v. 14, p. 15-18, 2000.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4024

ANÁLISE CLIMÁTICA DO MACIÇO DE BATURITÉ (CE): SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

CLIMATE ANALYSIS OF THE BATURITÉ MASSIF (CE): SUBSIDY FOR ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT

ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL MACIZO BATURITÉ (CE): SUBSIDIO PARA LA ORDENACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

Raimundo Rodrigues dos Santos Junior[1]
Isorlanda Caracristi[2]

RESUMO: O presente artigo traz uma análise climática detalhada do Maciço de Baturité, localizado no Estado do Ceará – Brasil. Tem como objetivo central, demonstrar a importância dos estudos geográficos do clima para o planejamento e a gestão deste enclave úmido do semiárido nordestino e desvelar os principais fatores climáticos que condicionam os parâmetros climáticos da área de estudo. Para o seu alcance, foram realizados levantamentos bibliográficos, levantamentos e análises estatísticas de dados secundários junto aos órgãos públicos responsáveis e de dados primários coletados em campo através da instalação de um transecto topoclimático fixo. Conclui-se que estudos como esse favorecem ao conhecimento climático em sua dimensão local e a orientação na gestão e no planejamento ambiental do maciço, além de comprovar que a altitude e a orientação das vertentes, associados à dinâmica atmosférica regional, são os principais fatores climáticos que influenciam a área em diversas escalas de análises.

Palavras-chave: Climatologia geográfica. Análise climática. Maciço de Baturité.

ABSTRACT: the study presents a detailed climatic analysis of the Baturité Massif, located in the State of Ceará - Brazil. Its main objective is to demonstrate the importance of geographic studies of the climate for the planning and management of this humid enclave in the northeastern semi-arid region and to reveal the main climatic factors that affect the climatic parameters of the study area. For its scope, bibliographic surveys, surveys and statistical analyzes of secondary data were carried out with the responsible public agencies and primary data collected in the

1 Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PROPGEO – UECE). ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5996-8871. E-mail: climageorrsjr@gmail.com
2 Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA) e Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PROPGEO – UECE). ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-3777-7417. E-mail: icaracristi@hotmail.com

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

field through the installation of a fixed topoclimatic transect. It is concluded that studies like this favor detailed knowledge and guidance in the management and environmental planning of the massif, in addition to proving that the altitude and orientation of the slopes, associated with regional atmospheric dynamics, are the main climatic factors that influence the climates of the area, in the different scales of analysis.

Keywords: Geographic climatology. Climate analysis. Baturité Massif.

RESUMEN: Este artículo presenta un análisis climático detallado del Macizo de Baturité, ubicado en el Estado de Ceará - Brasil. Su principal objetivo es demostrar la importancia de los estudios geográficos del clima para la planificación y gestión de este enclave húmedo del semiárido nororiental y develar los principales factores climáticos que inciden en los parámetros climáticos de la zona de estudio. Para su alcance se realizaron levantamientos bibliográficos, levantamientos y análisis estadísticos de datos secundarios con los organismos públicos responsables y datos primarios recolectados en campo mediante la instalación de un transecto topoclimático fijo. Se concluye que estudios como este favorecen el conocimiento detallado y la orientación en la gestión y planificación ambiental del macizo, además de comprobar que la altitud y orientación de las laderas, asociadas a la dinámica atmosférica regional, son los principales factores climáticos que influyen en los climas del área, en las diferentes escalas de análisis.

Palabras clave: Climatología geográfica. Análisis climático. Macizo de Baturité.

INTRODUÇÃO

É notório que na atual conjuntura da chamada "questão ambiental" os estudos climáticos assumem protagonismo nas pesquisas e debates nacionais, regionais e internacionais. O sistema político-econômico vigente acelera e se nutre da relação, geralmente desarmônica, entre o homem e a natureza, o que culminou em uma série de problemas ambientais, onde o grande desafio é uma busca, quase que incessante, para planejar ações que possam mitigar esses problemas.

Esta afirmação é amparada nas concepções de Caracristi (2007), que assevera que na contemporaneidade os temas relacionados à atmosfera e aos climas, conduzem ou são o foco dos mais variados ramos do conhecimento e sobre as mais diferenciadas orientações conceituais e epistemológicas, amparando e compondo diversas hipóteses científicas, educacionais e político-econômicas. Isto é resultado do aumento substancial das problemáticas advindas da relação atmosfera-clima-ambiente, ou melhor, da relação sociedade-natureza.

No entanto, os grandes estudos procuram soluções a curto, médio e longo prazos para resolver o chamado "aquecimento global", ou seja, focam principalmente na macroescala climática (escala planetária). Daí emana a importância das pesquisas que tratam sobre o clima nos estudos ambientais, em diferentes escalas, seja micro, local ou regional, pois assim as

interconexões dinâmicas encontradas nos sistemas complexos climáticos em diferentes grandezas, podem ser mais bem desvendadas, na medida em que a reunião desses estudos nas principais escalas passa a apresentar resultados que se correlacionam e se complementam.

O estudo geográfico do clima pode origina-se da necessidade do conhecimento detalhado de áreas onde as características climáticas (precipitação, balanço de temperatura) associadas a atividades humanas, podem causar problemas como, movimentos de massa, enchentes, inundações, problemas respiratórios, ondas de calor, entre outros, ou ainda a necessidade desta erudição para a prevenção em caso de eventos climáticos extremos como tornados e chuvas torrenciais.

O gerenciamento de áreas com a integração do planejamento ambiental depende também, do conhecimento detalhado do clima, no Brasil já é notório o crescimento das pesquisas geográficas nessa área. Os centros de pesquisa e instituições públicas nacionais e estaduais ligados à meteorologia e a climatologia contribuem copiosamente para esta crescente, pois disponibilizam dados e informações relevantes ao desenvolvimento de pesquisas. Apesar disso, existem áreas que precisam ser mais trabalhadas, pois são limitadas as informações climáticas detalhadas sobre elas.

A Região Nordeste do Brasil (NEB) ocupa uma área de 1.561.177,8 km², o que equivale a 18,3% do território total do país (BRASIL, 2017). Conforme Andrade (2005) é uma região caracterizada por uma série de fatores, onde se sobressaem os domínios físicos (clima, relevo, estrutura geológica e hidrografia), o meio biológico (vegetação e fauna) e a organização dada ao espaço pelo homem. É no NEB onde encontramos a área do semiárido brasileiro.

O semiárido brasileiro possui uma área oficialmente classificada de 969.589,4km (BRASIL, 2005), apresenta riquíssima biodiversidade, em áreas distribuídas por nove Estados (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais). A diversidade de ambientes é notória quando se desloca pelo domínio das caatingas, as interações entre elementos dos variados sistemas complexos que compõem o semiárido é o palco de múltiplas formações vegetais de diferentes portes e o habitat de distintas espécies, algumas, tão somente, identificadas nestes ambientes.

No contexto da Região Nordeste, o Estado do Ceará abriga grande diversidade de domínios naturais e paisagísticos e tem aproximadamente 92% do seu território submetido à influência da semiaridez (CEARÁ, 2010). Em meio a essa diversidade de domínios, encontram-se as serras cearenses, ambientes de vultoso potencial biogeográfico, que são classificadas como maciços residuais úmidos, subúmidos e secos. Estas serras são marcadas por relações mútuas entre os componentes ambientais, oferecendo variados serviços ambientais, nestes locais é encontra também, de quando em quando, intensa atividade biológica.

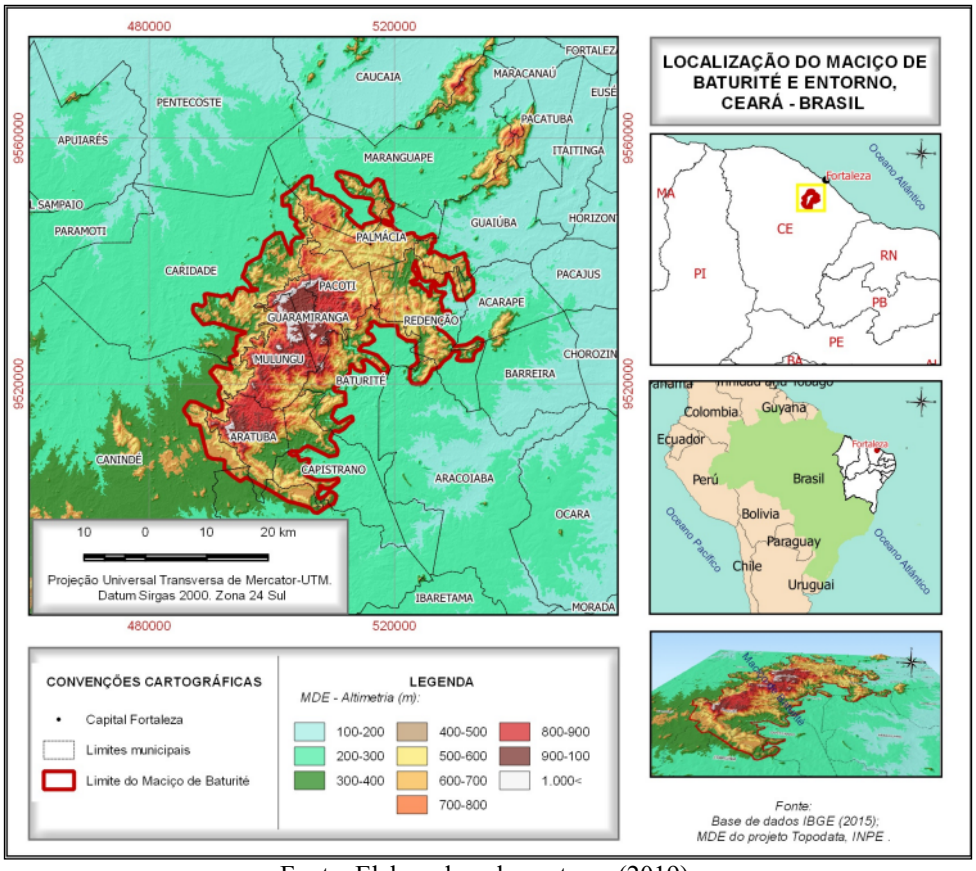
Estas formas de relevo que se destacam pelas suas especificidades geoambientais e pela altitude, ocorrem dispersas pela depressão sertaneja cearense, modificando a paisagem constante da depressão revestida pelas caatingas, englobam principalmente, dentro da escala climática, os chamados topoclimas.

É preciso desvelar que existem áreas serranas que carecem de estudos climáticos aprofundados, o Maciço de Baturité, objeto de estudo deste trabalho (Figuras 1, 2 e 3),

constitui-se como um desses ambientes. No semiárido cearense, está se caracteriza como uma área de exceção úmida dentro da depressão sertaneja, possuindo grande importância para o sistema hidroclimático local e adjacências. Ressaltando-se que, os seus topoclimas da referida serra ainda são pouco estudados, um dos pontos que justifica este trabalho.

Dentro de uma análise ambiental integrada, na perspectiva da capacidade de suporte de um maciço residual como a serra de Baturité, identificam-se várias potencialidades, mas também várias limitações ao uso e ocupação deste ambiente. Souza (2007) cita como riscos de ocupação, a erosão acelerada motivada por desmatamentos indiscriminados, provocando perda de solo, o assoreamento dos fundos dos vales, a contaminação dos cursos d'água por agrotóxicos e o empobrecimento da biodiversidade.

Não obstante, a presença de potencialidades, sobretudo, para o desenvolvimento da agropecuária e do extrativismo vegetal, favorece o uso e a ocupação, que, por muitas vezes, ocorrem de forma predatória, causando impactos substanciais nos sistemas ambientais e consequentemente no sistema climático deste importante maciço. Os problemas ambientais, advindos do uso e ocupação desordenada, acabam afetando a capacidade dos ambientes de se recuperarem (resiliência ambiental). Ressalta-se que, apesar da existência de uma área de proteção ambiental (APA da Serra de Baturité), os limites estabelecidos por lei não são respeitados, levando a sérias derivações ambientais (alterações antropogênicas).



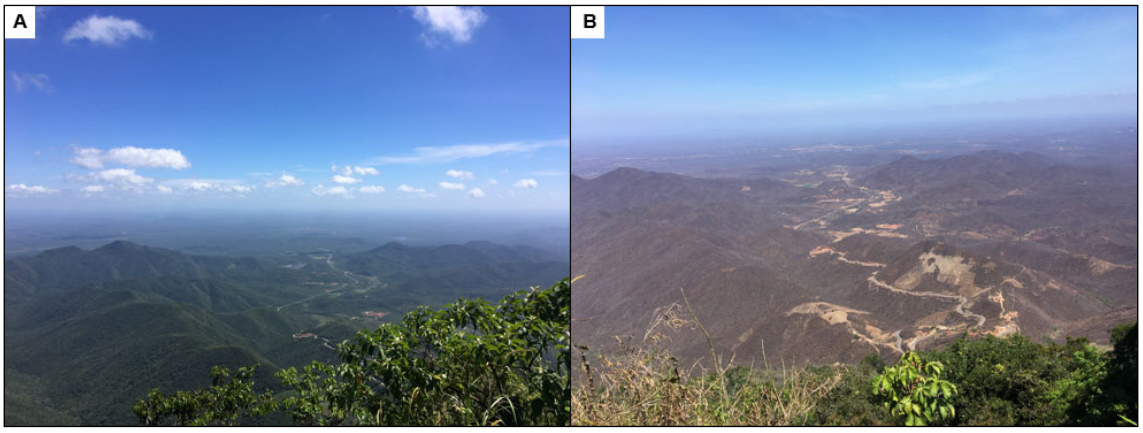
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 1. Fortaleza (CE): Localização do Maciço de Baturité (CE) e entorno.



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2017).

Figura 2. Serra de Baturité vista da Depressões Sertaneja dos sertões de Caridade-Canindé, destaque para o Pico Alto (1.114 m), (2017).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 3. Maciço de Baturité (CE): Vista do Pico Alto (Guaramiranga) para a Vertente Ocidental Semiárida. A – Final do Período chuvoso, início do inverno austral – junho/2019; B - Período Seco, primavera austral – novembro/2019.

O Quadro 1 apresenta informações gerais sobre o objeto de estudo. Compartilha-se aqui, a ideia evocada por Monteiro (2001), quando o professor e pesquisador afirma que o homem tem a capacidade de conceber microclimas e alterar consideravelmente os climas locais estendendo sua ação direta até os espaços sub-regionais, ou seja, as derivações antropogênicas na serra afetam o clima em diferentes escalas.

Apesar da serra de Baturité ser uma área bastante estudada, são praticamente inexistentes os trabalhos que apresentam, de maneira detalhada, uma análise climática

desse maciço. Estudo como este assume grande valia, para subsidiar estudos ambientais sobre este local, fato que pode ser comprovado, quando se busca o conhecimento sobre a dinâmica sistêmica de áreas serranas, onde um dos principais elementos dentro deste sistema complexo é o clima.

Do mesmo modo, compreende-se que, um ambiente com grandes potencialidades e, ao mesmo tempo, tão vulnerável às numerosas ações antrópicas degradadoras, requer estudos minuciosos de todos os elementos que compõem os seus sistemas ambientais e de ações que, por ventura, venham a desestabilizar os mesmos.

Quadro 1. Informações gerais sobre o Maciço de Baturité (CE).

Maciço de Baturité (CE)	Informações gerais
Localização	Coordenadas geográficas extremas – Entre 4º02' e 4º32' latitude Sul. Entre 38º41' e 39º07' longitude Oeste.
Altitude em relação ao nível do mar	Variável entre 600 – 900m.
Área total	38.220ha / 382,2Km^2.
Pico culminante	Pico Alto, localizado no município de Guaramiranga com 1.114m.

Fonte: Cavalcante (2005); Souza (2007). Organizado pelos autores (2022).

É sabido que algumas características são absolutamente esperadas e empiricamente visualizáveis como, o aumento da precipitação, da umidade relativa do ar e a diminuição da temperatura com o aumento da altitude, no entanto, através da coleta de dados em uma serra localizada especificamente em uma região semiárida, com o devido tratamento estatístico é possível aferir com melhor detalhamento a influência do relevo nas características climáticas da região, contribuindo com a melhor tomada de decisões, no planejamento ambiental por parte dos órgãos públicos de gestão da área.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho os procedimentos metodológicos e técnicos-operacionais tiveram por base os trabalhos de Santos Junior e Caracristi (2012), Gomes e Caracristi (2020) e Freire e Caracristi (2020). As etapas foram divididas em quatro, descritas a seguir.

Primeira etapa: Levantamentos bibliográficos

Para o conhecimento mais preciso e elucidativo sobre as características geoambientais da área de estudo, assim como para o embasamento teórico-conceitual e técnico, foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos e estudo dos mesmos.

Segunda etapa: Levantamento de dados secundários para as análises

Após as consultas bibliográficas, foram levantados dados secundários dos postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), através do *download* de arquivos de extensão ".txt" carregados com séries históricas pluviométricas, elencou-se um total de seis postos na região da área de estudo (Tabela 1). Após o download dos arquivos, os dados foram importados para planilhas, posteriormente foi escolhida uma série de trinta e um anos de precipitação (1989-2019) para subsidiar as análises. É importante ressaltar que a correção das lacunas temporais de dados foi feita utilizando o método estatístico da decomposição STL (*Seasonal and Trend decomposition using Loess*) robusta para séries sazonais.

Para o conhecimento mais detalhado das características climáticas do Maciço de Baturité, ainda nesta fase, foram levantados os dados sobre a Normal Climatológica do Brasil (1981-2010) junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do município de Guaramiranga (platô úmido), os parâmetros trabalhados foram: Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (ºC), Temperatura Máxima e Mínima (°C), Umidade Relativa do Ar Média (%), Insolação Total (horas) e Evaporação Total - Evaporímetro de Piché (mm), Intensidade (m.s-¹), Direção Resultante (graus) e Direção predominante do Vento e Nebulosidade (décimos).

Tabela 1. Informações dos postos pluviométricos da Funceme, utilizados no trabalho (2022).

POSTO	CÓDIGO	LATITUDE (°)	LONGITUDE (°)	ALTITUDE (m)
ARATUBA	15	4°25′01″S	39°02′50″O	830
BATURITÉ	22	4°19′58″S	38°52′00″O	171
GUARAMIRANGA	54	4°16′01″S	38°55′59″O	865
MULUNGU	98	4°18′21″S	38°59′50″O	790
PACOTI	105	4°13′01″S	38°55′00″O	736
PALMÁCIA	108	4°08′50″S	38°51′06″O	425

Fonte: FUNCEME (2019). Organizado pelos autores (2022).

Terceira etapa: Trabalhos de campo e levantamento de dados primários

Neste momento, foram executados dois trabalhos de campo para a comprovação da verdade terrestre do que foi estudado nos levantamentos bibliográficos e para documentação fotográfica da área pesquisada. Posteriormente, foram realizados mais dois trabalhos de campo para a identificação e instalação dos mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (PVC), equipados com *dataloggers* termo-higrômetros HT-4010 da Icel Manaus (Figura 4), na busca pela obtenção dos dados primários que subsidiassem as análises para a compreensão do comportamento climático nas vertentes úmida e seca e no platô úmido do maciço. A confecção dos mini-abrigos de PVC (Figura 5) foi baseada no modelo

desenvolvido por Castelhano e Roseghini (2011), o qual foi testado e comprovou a sua eficácia para trabalhos como este.



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 4. Dataloggers termo-higrômetros HT- 4010 da Icel Manaus (2019).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 5. Mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (PVC), (2019).

.

Na disposição do transecto topoclimático foram utilizadas as recomendações metodológicas descritas no trabalho de Ribeiro (1993), instalando-se sete mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (Figura 6) em áreas abertas de vegetação herbácea em diferentes níveis altimétricos, fixados a dois metros em relação ao nível do solo, voltados para a posição Norte. Utilizou-se um perfil do maciço, subdividindo os abrigos em sete postos de coletas, no Pé-de-Serra Subúmido, na Vertente Oriental, no Platô

Úmido, na Vertente Ocidental e no Pé-de-Serra Semiárido (Tabela 2). Todos dataloggers termo-higrômetros foram aferidos em laboratórios (Figura 7) e não apresentaram desvios maiores do que os informados pelo fabricante do aparelho nas especificações técnicas, o que amparou a sua utilização nos trabalhos de coleta.



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 6. Baturité (CE): Instalação do Posto 01 (2019)

Tabela 2. Localização e altitude dos postos de coleta de dados (mini-abrigos meteorológicos), (2022).

POSTOS DE COLETA	LATITUDE (°)	LONGITUDE (°)	ALTITUDE (m)
P1	4°20'31.063074"S	38°51'52.736580"O	175
P2	4°19'15.280745"S	38°53'37.175965"O	353
P3	4°18'4.014837"S	38°54'42.308382"O	609
P4	4°16'0.120820"S	38°55'53.237689"O	873
P5	4°11'52.766398"S	38°58'39.558151"O	574
P6	4°10'55.513540"S	38°59'29.215094"O	217
P7	4°9'16.781276"S	39°0'40.503784"O	179

Fonte: Dados dos trabalhos de campo. Elaborado pelos autores (2022).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 7. Aferição dos dataloggers termo-higrômetros em laboratório (2019).

Quarta etapa: Trabalhos em laboratório – tabulação, análises e interpretação dos dados primários e secundários

Neste último momento metodológico os dados primários e secundários levantados, foram tabulados, corrigidos, sistematizados e tratados estatisticamente para as análises. As temperaturas e as precipitações foram os primeiros parâmetros climáticos analisados a partir de dados secundários da área com a utilização dos sete postos pluviométricos da FUNCEME. Para estimar as temperaturas médias mensais foi utilizado o programa CELINA 1.0, desenvolvido por Costa (2007) e para as precipitações pluviométricas o programa *Microsoft Office Excel*. É necessário destacar que os dados das Normais Climatológicas de Guaramiranga do INMET, também foram trabalhados nesse programa.

Para o conhecimento e análise do balanço hídrico nos postos da área, foi realizado o cálculo com arrimo da planilha da DCE-ESALQ/USP desenvolvida no ambiente EXCEL TM, para o cálculo do balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), elaborada por Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998).

Por último, os dados climáticos primários do transecto topoclimático foram descarregados em um computador portátil e em seguida transportados para planilhas do programa *Excel*, a partir das quais desenvolveu-se as análises estatísticas e as interpretações dos resultados de correlação.

Após os estudos em laboratório os resultados encontrados demonstraram ser de grande relevância para os objetivos traçados neste trabalho, o que corrobora com a notoriedade de estudos climáticos detalhados nos ambientes de exceção do semiárido brasileiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperaturas médias mensais estimadas

Por intermédio da utilização dos dados dos postos (latitude, longitude e altitude), foi possível estimar as temperaturas médias mensais para os seis municípios, previamente escolhidos por serem os mais representativos em quantidade de área no maciço (Aratuba, Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Palmácia). Para esse cálculo foi utilizado o software livre CELINA 1.0 desenvolvido por Costa (2007), o resultado está exposto na Tabela 3 e no Gráfico 1.

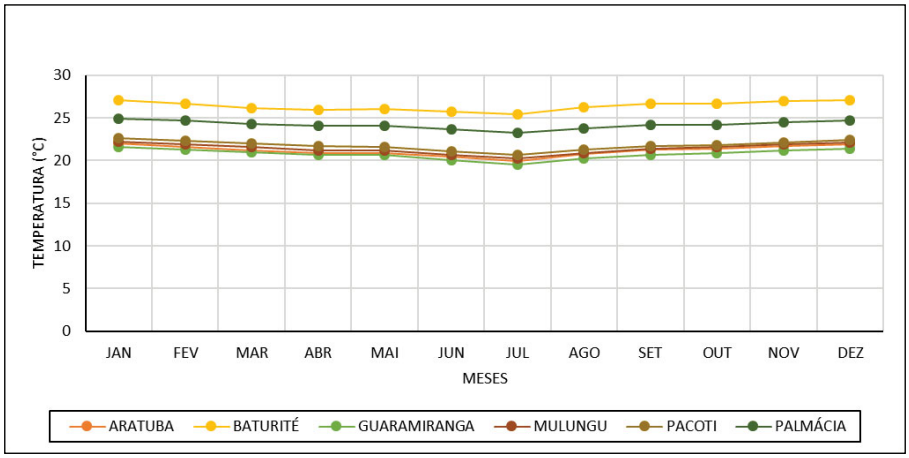
Tabela 3. Temperaturas médias mensais estimadas em graus Celsius (2022).

MESES	ARATUBA	BATURITÉ	GUARAMIRANGA	MULUNGU	PACOTI	PALMÁCIA
JAN	22	27.1	21.6	22.2	22.6	24.9
FEV	21.6	26.7	21.3	21.9	22.3	24.7
MAR	21.2	26.1	21	21.6	22	24.3
ABR	20.9	25.9	20.6	21.2	21.7	24.1
MAI	20.9	26	20.6	21.2	21.6	24.1
JUN	20.4	25.7	20	20.7	21.1	23.7
JUL	19.9	25.4	19.5	20.2	20.6	23.2
AGO	20.8	26.2	20.2	20.9	21.3	23.8
SET	21.3	26.6	20.7	21.4	21.7	24.2
OUT	21.4	26.7	20.9	21.6	21.8	24.2
NOV	21.7	27	21.2	21.9	22.1	24.5
DEZ	21.9	27.1	21.4	22.1	22.4	24.7

Fontes: FUNCEME (2019); Costa (2007). Elaborado pelos autores (2022).

Os dados das temperaturas médias mensais estimadas demonstram que, no geral, as temperaturas mais baixas se encontram nos município Guaramiranga com os mínimos valores registrados durante o inverno austral (junho – 20ºC e julho – 19,5ºC), já as mais elevadas se encontram no posto do município de Baturité (171m) (fator altitude – município de menor altitude em relação aos demais), com os máximos valores durante a primavera e o verão austral (novembro – 27ºC e dezembro – 27,1ºC). A similaridade dos dados dos municípios com os postos de maiores altitudes: Aratuba (830m),Guaramiranga (865m), Mulungu (790m) e Pacoti (736m) pode ser visualizada na Figura 6, onde o comportamento das linhas de temperatura são aproximados, tendo em vista há pouca variação do parâmetro estimado de um para o outro. Já os dados do município de Palmácia, demonstram maiores temperaturas que os de maior altitudes e menores temperaturas em relação a Baturité, pois o posto está localizado em uma altitude intermediária (425m). Em resumo, os municípios mais elevados apresentam temperaturas bem mais amenas que as encontradas nos Sertões Semiáridos ou mesmo nos p*é*s-de-serra Subúmidos e Semiáridos do maciço, corroborando para a importância da altitude, como principal determinante no controle climático da região.

Gráfico 1. Temperaturas médias mensais estimadas em graus Celsius (2022).



Fontes: FUNCEME (2019); Costa (2007). Elaborado pelos autores (2022).

Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica é um dos parâmetros mais importantes na definição da tipologia climática e do comportamento dinâmico do clima de um local ou região. Os principais sistemas atmosféricos que influenciam na distribuição das precipitações na área de estudo, são a Zona de Convergência Intertropical (influenciada diretamente pelas condições de temperatura das águas dos Oceanos Atlântico e Pacífico), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, as Linhas de Instabilidades, os Complexos Convectivos de Mesoescala e as Ondas de Leste (ZANELLA E SALES, 2011), sistemas que atuam diretamente na promoção de chuvas no norte do Nordeste brasileiro em diferentes épocas do ano.

Neste trabalho a série histórica elencada e corrigida estatisticamente, foi de trinta e um anos (1989-2019), para os seis mais representativos municípios serranos. Os resultados dessas análises foram expostos na Tabela 4 e no Gráfico 2, e revelaram que o município mais chuvoso dentre os elencados é Guaramiranga (Platô *Ú*mido, Vertente Oriental e Vertente Ocidental), com uma média histórica, na série de dados compilados, de 1519.4mm, seguido pelo município de Pacoti (Platô úmido e Vertente Ocidental) com média histórica de 1399.4mm, fato justificado pela orientação das vertentes e a localização destes municípios a barlavento (propensão a ocorrência de chuvas orográficas). Já os municípios serranos que apresentam *médias* precipitação menores que os já citados, são, respectivamente, Aratuba (Platô Úmido e Vertente Meridional) com 1078.3mm, Mulungu (Platô Úmido e Vertente Ocidental) com 1037.1mm, fato justificado pela localização de ambos, com áreas inseridas nas vertentes menos úmidas (a sota-vento orientadas para o sertão semiárido).

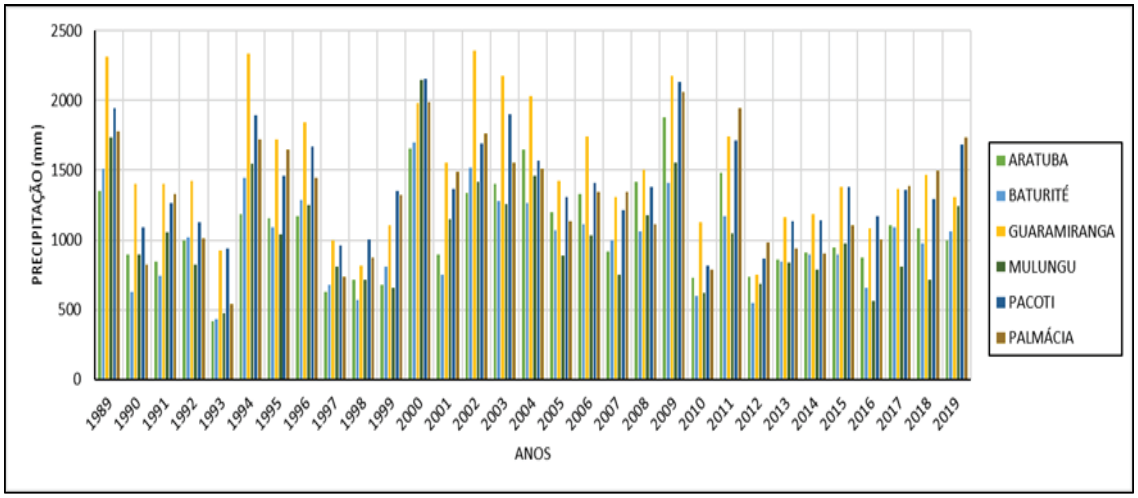
O município de Palmácia (Vertente Setentrional) apesar de apresentar altitude intermediária, localiza-se sobre as vertentes orientadas para o litoral (consequentemente mais úmidas), recebendo boa carga de chuvas com média histórica de 1316.7mm. Por fim, dentre todos os municípios, Baturité localizado nos Pé-De-Serra Subúmido e na Vertente Oriental *é o que apresenta a menor média da série histórica,* 1004.1mm, em função, sobretudo, de sua altitude.

Tabela 4. Totais pluviométricos anuais dos municípios do Maciço de Baturité (CE) - (1989 - 2019).

ANOS	ARATUBA	BATURITÉ	GUARAMIRANGA	MULUNGU	PACOTI	PALMÁCIA
1989	1348.3	1509.5	2313.7	1736.2	1945.3	1776.9
1990	896.9	628	1404	897.7	1090	823.6
1991	848.5	742	1404.9	1058.1	1264.5	1326.8
1992	996.3	1020.5	1420.7	823	1125.9	1015
1993	416.3	434.5	923	479.1	937	543.9
1994	1185	1444.5	2332.4	1548.1	1894.2	1719.9
1995	1157.3	1092.8	1719.4	1042.7	1458.1	1645
1996	1171.6	1284.3	1842.7	1246.7	1669.6	1446
1997	624.7	680.4	997.8	811.2	957.9	740
1998	714.1	570.9	818.9	717	1003.5	871.8
1999	677.9	807.3	1107	658.1	1353.5	1325.5
2000	1653	1699.5	1979.8	2149.9	2156.1	1985.9
2001	895.2	753.9	1550.8	1151.3	1366.1	1486.1
2002	1339.1	1518.1	2357.1	1418.5	1688.1	1764.2
2003	1403.7	1279.4	2178.7	1259.3	1899.8	1551.9
2004	1647.5	1263.3	2029.9	1462	1571.9	1513.8
2005	1196	1068.3	1421.9	889.9	1308.1	1137.2
2006	1326.4	1110.6	1744	1031	1409.6	1341.5
2007	915.7	998	1306.2	754.7	1213.6	1343.4
2008	1415	1059.4	1503	1177.8	1382.4	1110.1
2009	1881.7	1412.6	2176	1556	2134.9	2059.4
2010	729	600.6	1127.6	620	814.3	786.4
2011	1479.3	1167.4	1742.7	1050.4	1711.5	1945.4
2012	737	550.4	747.6	686.4	869.6	984.2
2013	857	844.9	1165.7	834.5	1134.3	936
2014	912.95	892.7	1182.8	788.5	1142.4	901.2
2015	949	899	1379.7	977	1378.5	1105.8
2016	871.5	658.8	1085.9	561	1171.4	1006.9
2017	1105.5	1091.8	1363.6	806	1356	1391
2018	1081.2	978.6	1463.9	717	1290	1497.6
2019	995.8	1064.1	1310.1	1242.2	1682.6	1734.3
MÉDIA	1078.3	1004.1	1519.4	1037.1	1399.4	1316.7

Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Gráfico 2. Totais pluviométricos anuais dos municípios do Maciço de Baturité (CE) - (1989 - 2019).

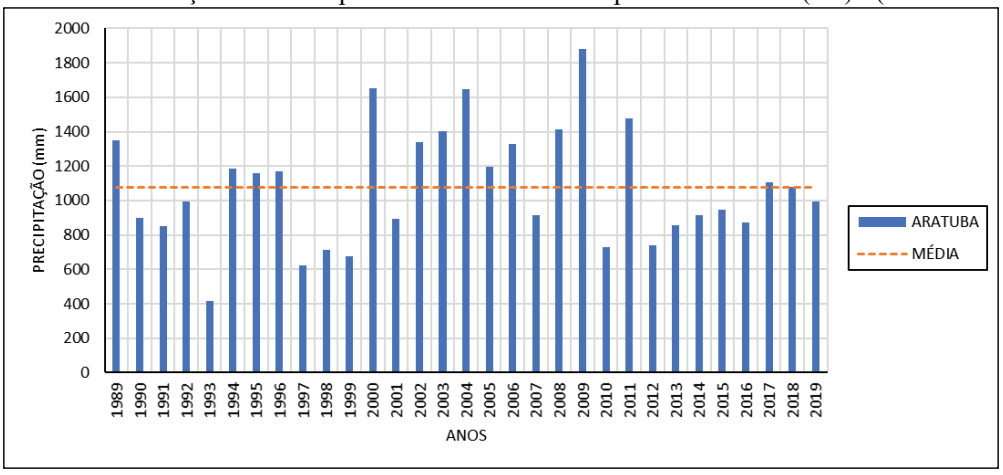


Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

A análise individual da distribuição dos totais por posto pluviométricos municipais, permitiu o conhecimento dos anos acima da média na série histórica por município, bem como a frequência relativa de ocorrência em relação ao todo.

Para o posto de Aratuba (Gráfico 3) verificou-se quinze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 48,38%.

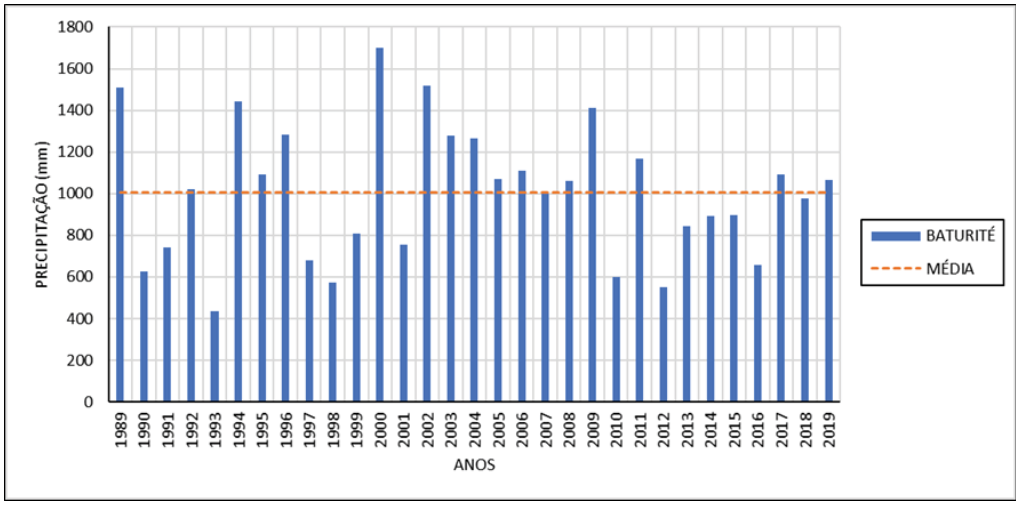
Gráfico 3. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Aratuba (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Baturité (Gráfico 4) verificou-se dezesseis anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 51,61%.

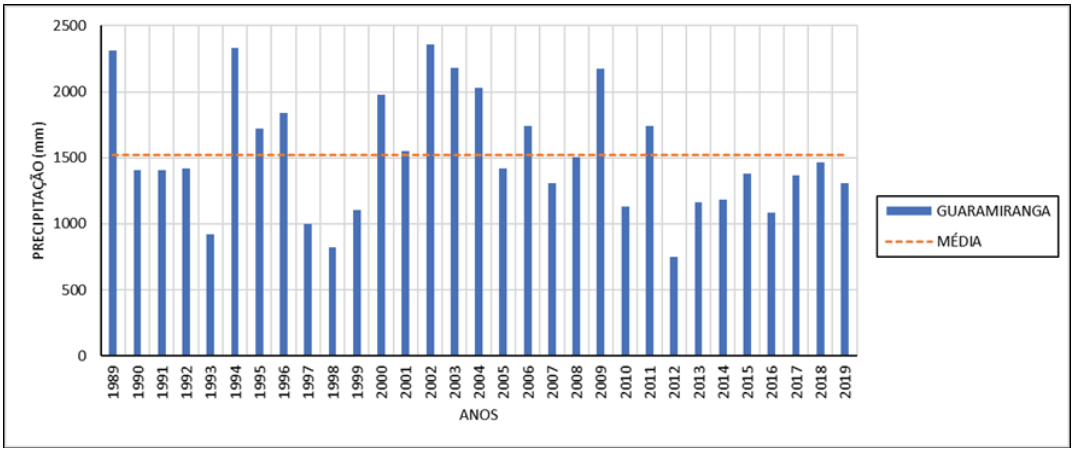
Gráfico 4. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Baturité (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Guaramiranga (Gráfico 5) verificou-se doze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 38,70%.

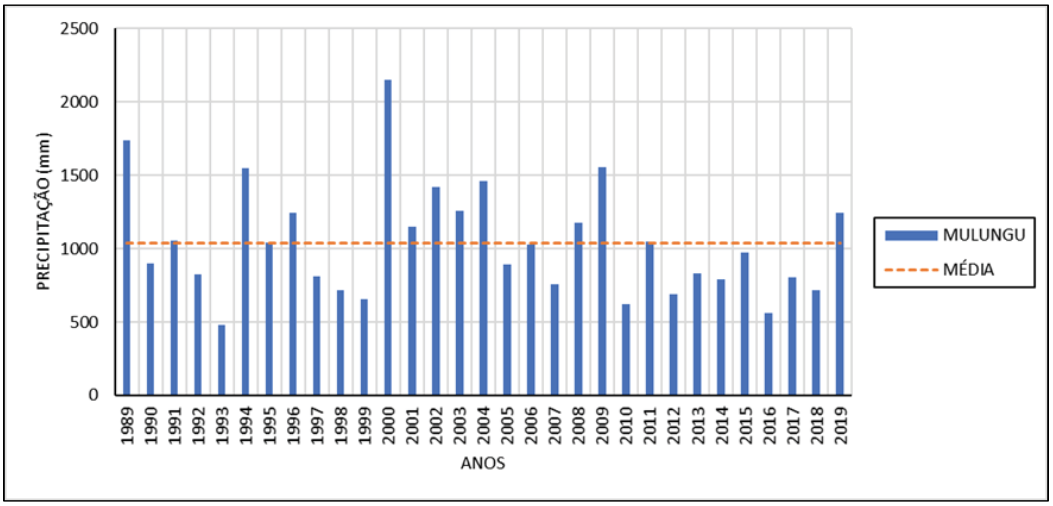
Gráfico 5. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Guaramiranga (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Mulungu (Gráfico 6) verificou-se quatorze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 45,16%.

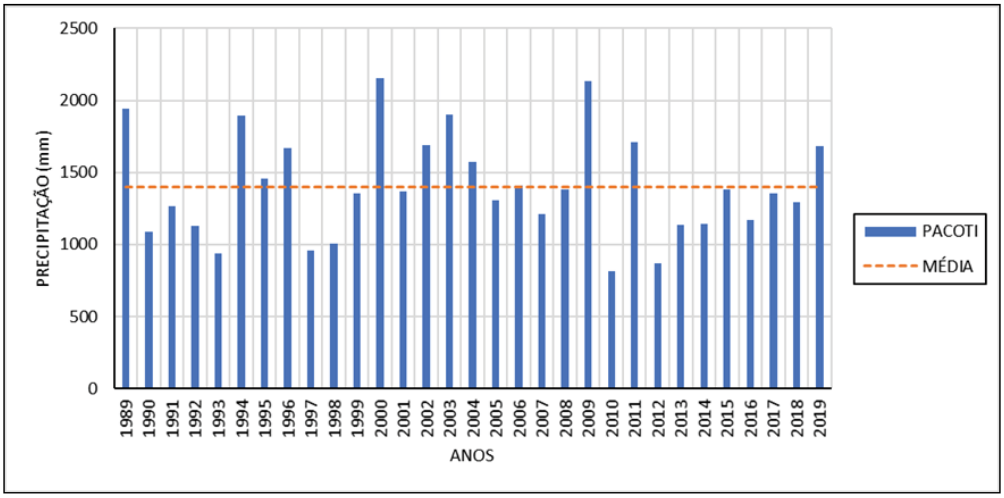
Gráfico 6. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Mulungu (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Pacoti (Gráfico 7), assim como no posto de Guaramiranga, verificou-se doze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 38,70%.

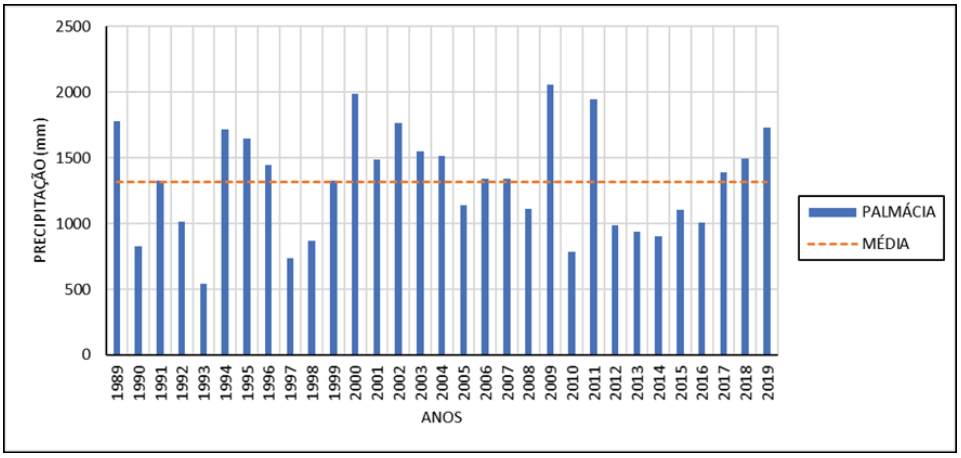
Gráfico 7. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Pacoti (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Palmácia (Gráfico 8), verificou-se dezoito anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 58,06%.

Gráfico 8. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Palmácia (CE) - (1989 - 2019).



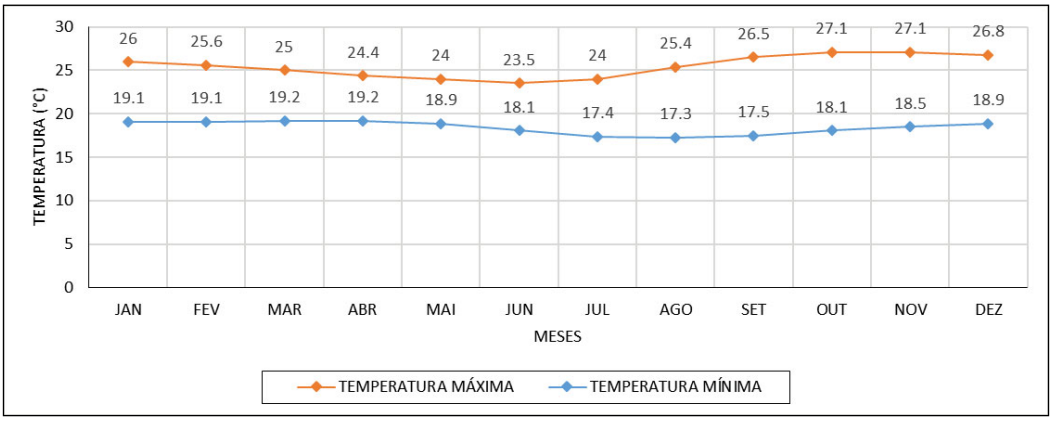
Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Normal Climatológica do Brasil (1981-2010) – Guaramiranga (CE)

A análise dos dados da Normal Climatológica de Guaramiranga (Platô úmido), possibilitou confirmar as características particulares do clima do maciço. Os Gráficos 9 e 10, representam respectivamente, os dados de temperatura máxima e mínima e a temperatura média compensada.

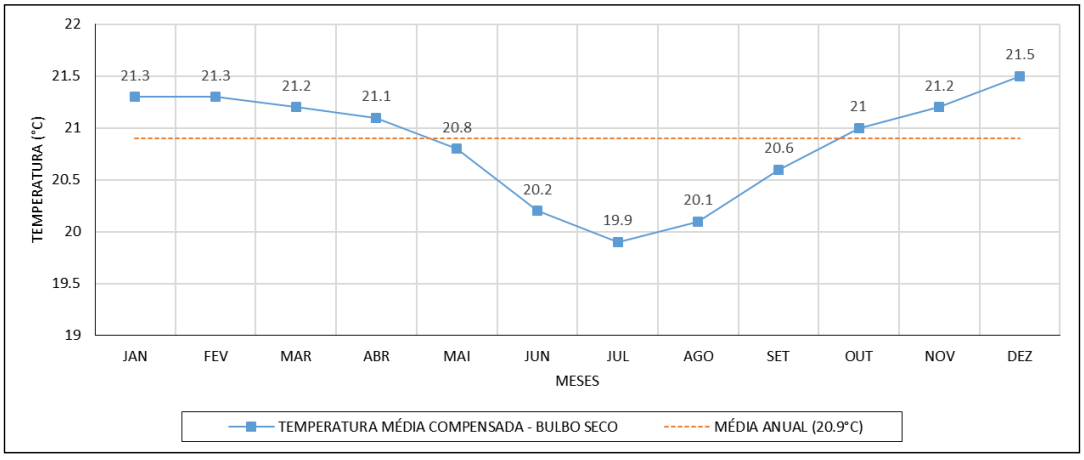
Em ambos os gráficos, observa-se que os dados de temperatura, seguem o comportamento característico dos climas tropicais, onde os meses que apresentam as temperaturas mais amenas são junho, julho, agosto e setembro (para a temperatura mínima e média compensada, durante o inverno austral) e os demais possuem temperaturas típicas de áreas serranas intertropicais (fator climático altitude/latitude). As maiores máximas são registradas em outubro (27.1ºC), novembro (27.1ºC) e dezembro (26.8ºC). Já menores temperaturas mínimas estão nos meses de junho (18.1°C), julho (17.4*ºC)*, agosto (17.3*ºC)* e setembro (17.5°C). Os valores de temperatura média compensada demonstram similaridades com os demais, os meses mais frios são maio (20.8°C), junho (20.2ºC), julho (19.9ºC), agosto (20.1ºC) e setembro (20.6°C) e o mais quente é dezembro (21.5*ºC*) durante o verão austral e a pré-estação chuvosa, já a temperatura média anual do município é de 20.9ºC.

Gráfico 9. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Temperatura Máxima e Mínima (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

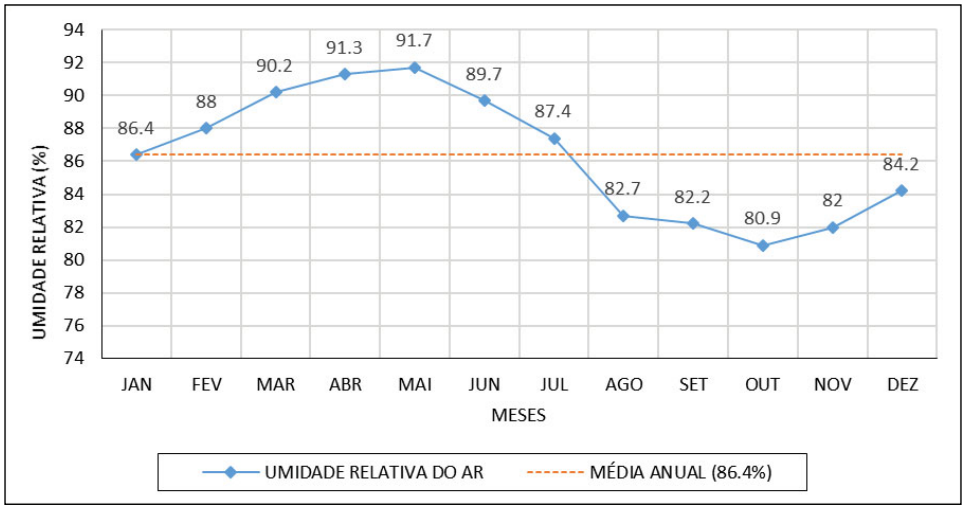
Gráfico 10. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

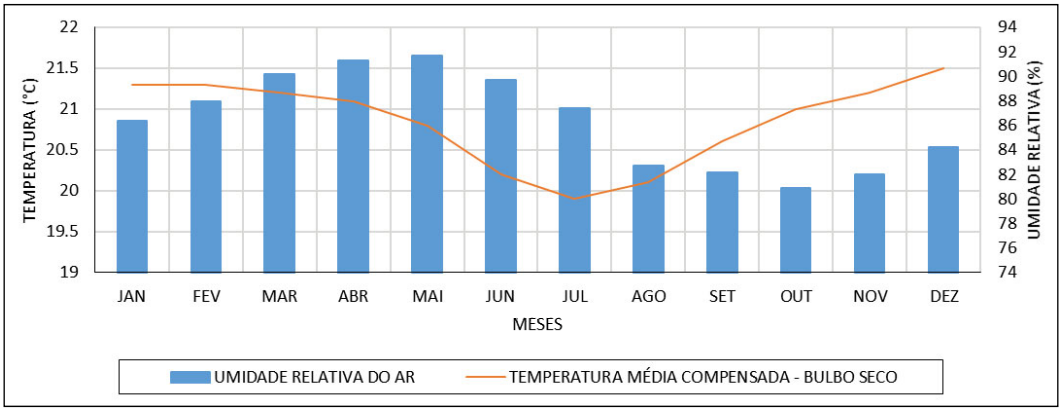
Aos valores expostos no Gráfico 11, demonstram que a umidade relativa do ar é alta durante todo o ano (característica serrana – fator altitude), ou seja, com valores médios sempre superiores a 80% (média anual 86.4%), sendo o maior registrado no mês de maio (91.7%) durante o período chuvoso e o menor registrado no mês de outubro (80.9%) durante o período seco. Nota-se que os menores valores médios ocorrem a partir do segundo semestre com o aumento dos índices de insolação. No Gráfico 12, são correlacionados esses valores com os de temperaturas *média* compensada, expondo a relação direta entre os parâmetros climáticos, isto é, quanto mais amenas as temperaturas, maiores serão os valores de umidade, sendo o inverso também valido, quanto maiores às temperaturas, menores serão os valores de umidade relativa do ar.

Gráfico 11. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Umidade Relativa do Ar (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

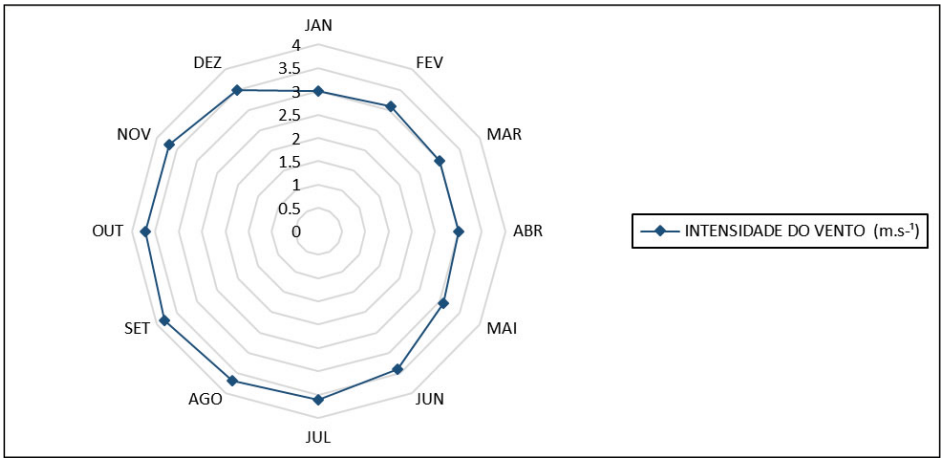
Gráfico 12. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Umidade Relativa do Ar X Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Na Tabela 5 e no Gráfico 13, é possível analisar as características dos ventos no maciço, onde podem ser destacados dois aspectos: primeiro, o fato de que a direção predominante dos ventos durante a maior parte do ano é leste (E) (apenas no mês de janeiro existe a predominância da direção NE); segundo, o aumento da intensidade a partir do segundo semestre com a entrada dos ventos alísios de sudeste (SE) (durante o inverno e a primavera no hemisfério Sul). As maiores velocidades estão nos meses da primavera, mais especificamente no mês de setembro (intensidade média de 3.8 $m.s^{-1}$) e as menores intensidades nos períodos da pré-estação chuvosa e chuvoso (verão/outono), respectivamente nos meses janeiro, março e abril, todos com o valor médio de 3.0 $m.s^{-1}$.

Gráfico 13. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Intensidade do Vento (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

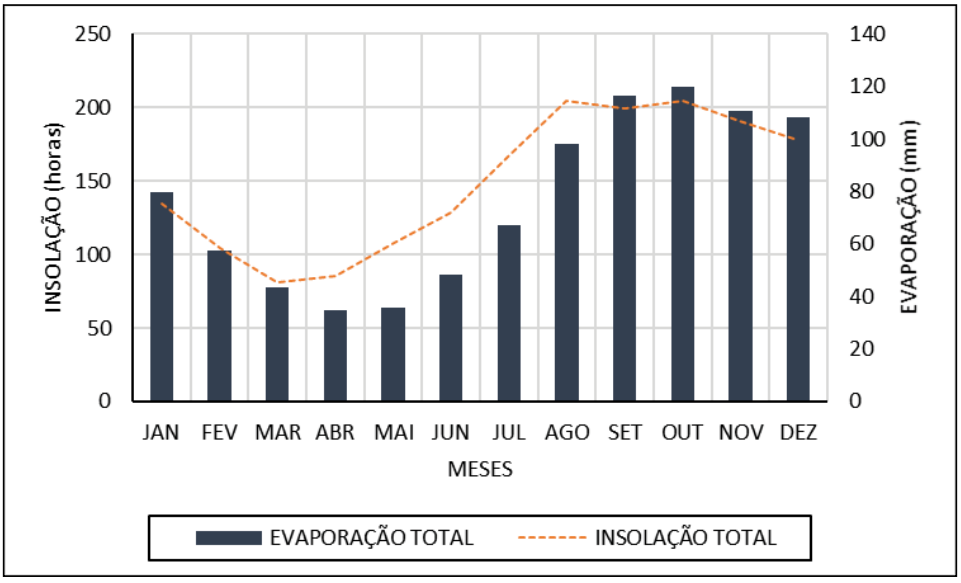
Tabela 5. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Direção Predominante do Vento, Direção Resultante e Intensidade do Vento (1981 - 2010).

DADOS DE VENTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO (Pontos cardeais e colaterais)	NE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
DIREÇÃO RESULTANTE (graus)	73.0	77.0	78.0	88.0	99.0	103.0	103.0	94.0	86.0	81.0	75.0	73.0
INTENSIDADE DO VENTO ($m.s^{-1}$)	3.0	3.1	3.0	3.0	3.1	3.4	3.6	3.7	3.8	3.7	3.7	3.5

Fonte: INMET (2019). Organizado pelos autores (2022).

O Gráfico 14, traz os valores da normal de insolação e evaporação total para o município, onde estes se apresentam diretamente proporcionais (similaridade das curvas dos valores). Nota-se que os maiores índices ocorrem a partir do segundo semestre, durante o período seco entre os meses de agosto (204.7h), setembro (199.4h), outubro (204.4h), novembro (190.5h) e dezembro (177.9h). Já os menores índices ocorrem no período chuvoso em março (81.4h) e abril (85.3h) período de alta nebulosidade (máxima atividade convectiva da ZCIT). Consequentemente os valores de evaporação são maiores nos meses de setembro (116.5mm), outubro (120.1mm), novembro (110.7mm) e dezembro (108.1mm) e menores nos meses chuvosos como março (43.6mm), abril (34.7mm) e maio (35.6mm). Diante do exposto, confirma-se a máxima de que quanto maior a insolação maior será a evaporação.

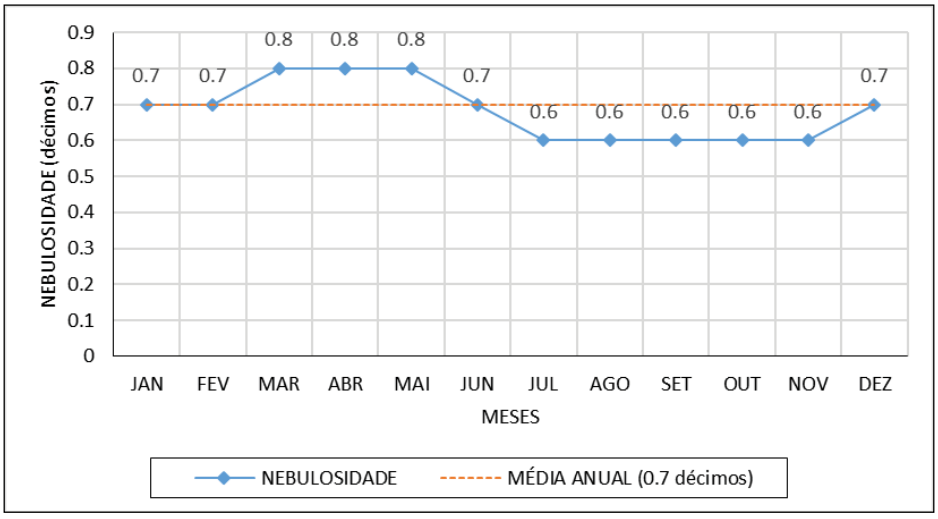
Gráfico 14. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Insolação Total x Evaporação Total (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Os valores de nebulosidades expressos no Gráfico 15, indicam que durante todo o existe alta nebulosidade no município, característica marcante em serras úmidas (fator altitude), os valores em décimos mais próximo de 1 (totalidade da abóboda celeste coberta), se encontram nos meses do trimestre mais chuvoso (março-abril-maio) com 0,8 décimos (8/10), já os menores valores de nebulosidade ocorrem a partir do segundo semestre (inverno-primavera), no trimestre menos chuvoso (setembro-outubro-novembro) os valores atingem pouco mais da metade da abóboda celeste coberta (0,6 décimos – 6/10). A média anual é de 0.7 décimos.

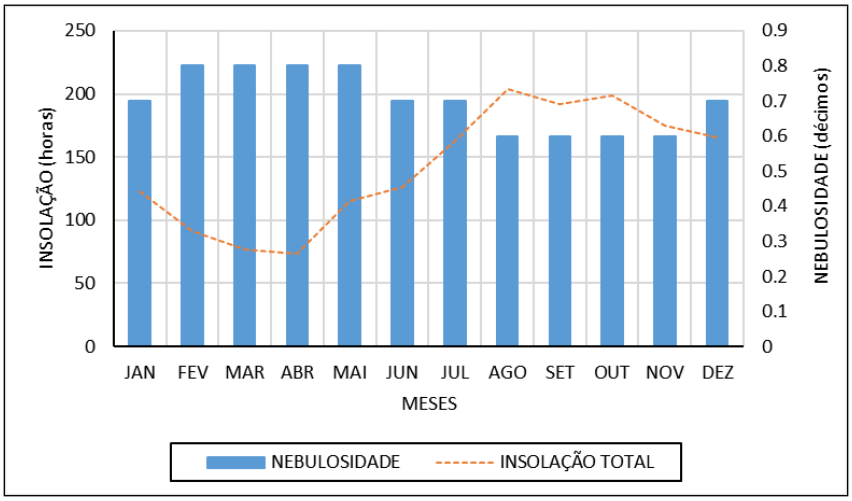
Gráfico 15. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Nebulosidade (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

O Gráfico 16, apresenta a correlação dos valores de nebulosidade com os de insolação (inversamente proporcionais), verifica-se, de forma didática, no comportamento das curvas dos valores, que quando a nebulosidade é alta, a insolação é baixa, ocorrendo o contrário quando as condições se invertem.

Gráfico 16. Fortaleza (CE): Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Nebulosidade x Isolação Total (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Balanço hídrico normal

Para o cálculo do balanço hídrico normal dos municípios da área de estudo, foram utilizados os dados das temperaturas médias mensais estimadas, a latitude, a altitude e as médias mensais dos totais pluviométricos dos seis postos trabalhados (série histórica - 1989-2019) e os valores da capacidade de água disponível no solo (CAD) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores do CAD para o cálculo do balanço hídrico normal.

POSTOS	CÓDIGO	VALOR DO CAD (mm)
ARATUBA	15	120.9
BATURITÉ	22	120.9
GUARAMIRANGA	54	120.9
MULUNGU	98	120.9
PACOTI	105	120.9
PALMÁCIA	108	103.2

Fonte: INMET (2019). Organizado pelos autores (2022).

Estes dados foram inseridos na planilha da DCE-ESALQ/USP desenvolvida no ambiente EXCEL TM, para o cálculo do balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), elaborada por Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998), e os resultados estão expostos abaixo.

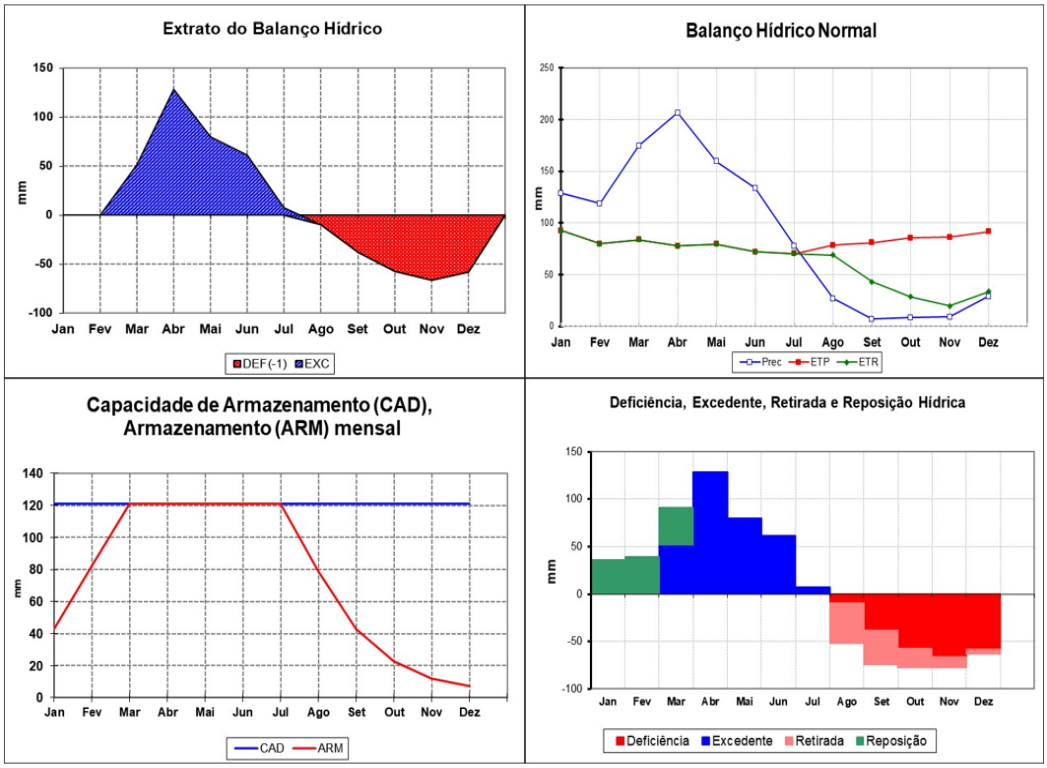
Para o município de Aratuba temos, Tabela 7 e Gráfico 17:

Tabela 7. Balanço hídrico normal - Aratuba (CE) - (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – ARATUBA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa e período chuvoso) e negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 92.7mm em janeiro e 19.8mm em novembro, totalizando 749mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro, totalizando 229.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre de março a julho, totalizando 329.2mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de março a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 17. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Aratuba (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

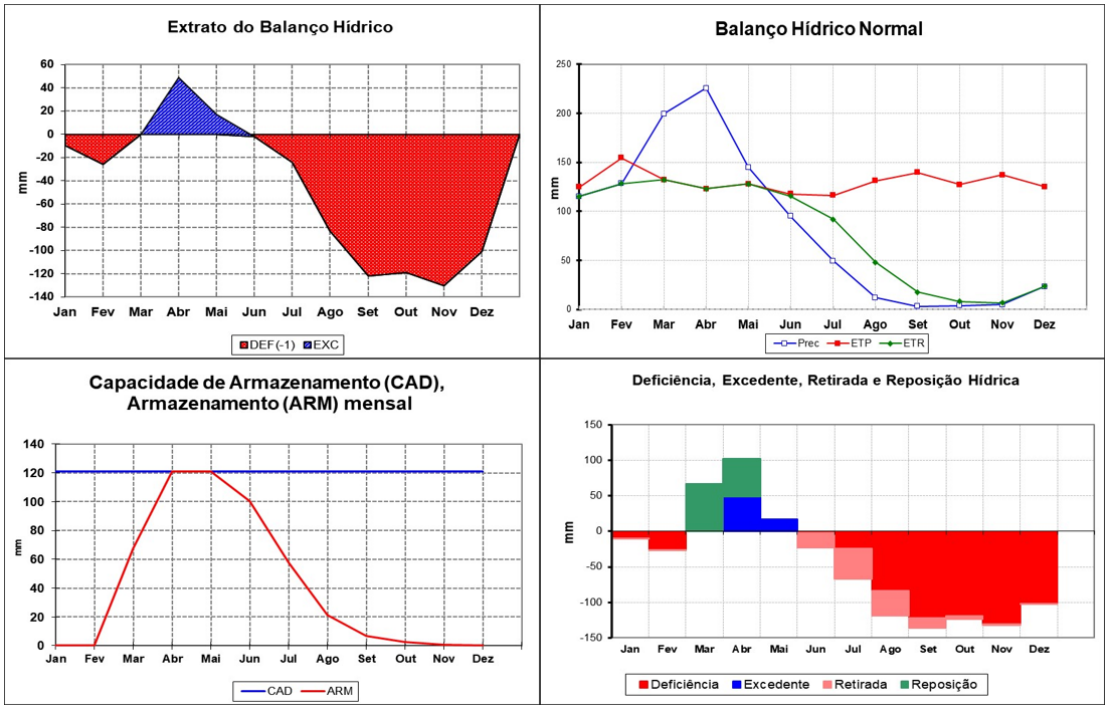
Para o município de Baturité temos, Tabela 8 e Gráfico 18:

Tabela 8. Balanço hídrico normal - Baturité (CE) - (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL - BATURITÉ (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Os valores positivos estão nos meses de março, abril e maio (período chuvoso) e os negativos na pré-estação chuvosa em janeiro, no início do período chuvoso em fevereiro e de junho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 132.2mm em março e 6.4mm em novembro, totalizando 938mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de janeiro, fevereiro e junho (no primeiro semestre) e de julho a dezembro (no segundo semestre), totalizando 618.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março, abril e maio, totalizando 66mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre em apenas dois meses, abril e maio, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre em janeiro e fevereiro (pré-estação e estação chuvosa), e de junho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de março e abril (onde são registrados os maiores índices de precipitação durante a estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 18. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Baturité (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

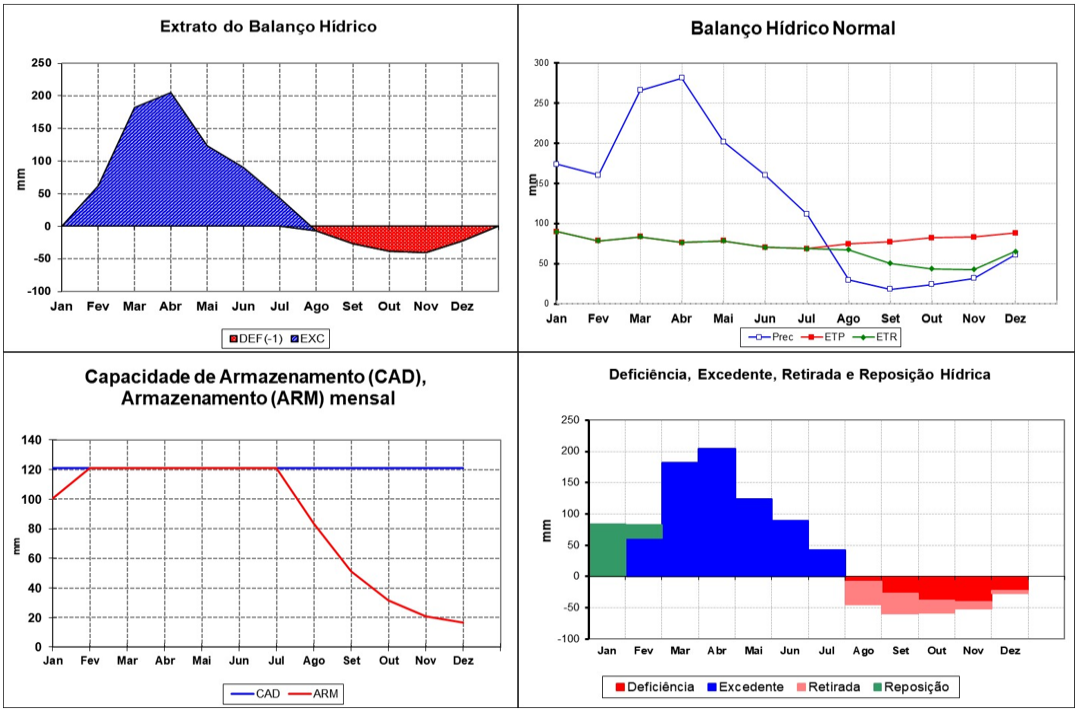
Para o município de Guaramiranga temos, Tabela 9 e Gráfico 19:

Tabela 9. Balanço hídrico normal - Guaramiranga (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – GUARAMIRANGA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 90mm em janeiro e 42.6mm em novembro, totalizando 813.8mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro (segundo semestre), totalizando 136.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de fevereiro a julho, totalizando 705.6mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de fevereiro a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro e fevereiro (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 19. Fortaleza (CE): Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Guaramiranga (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

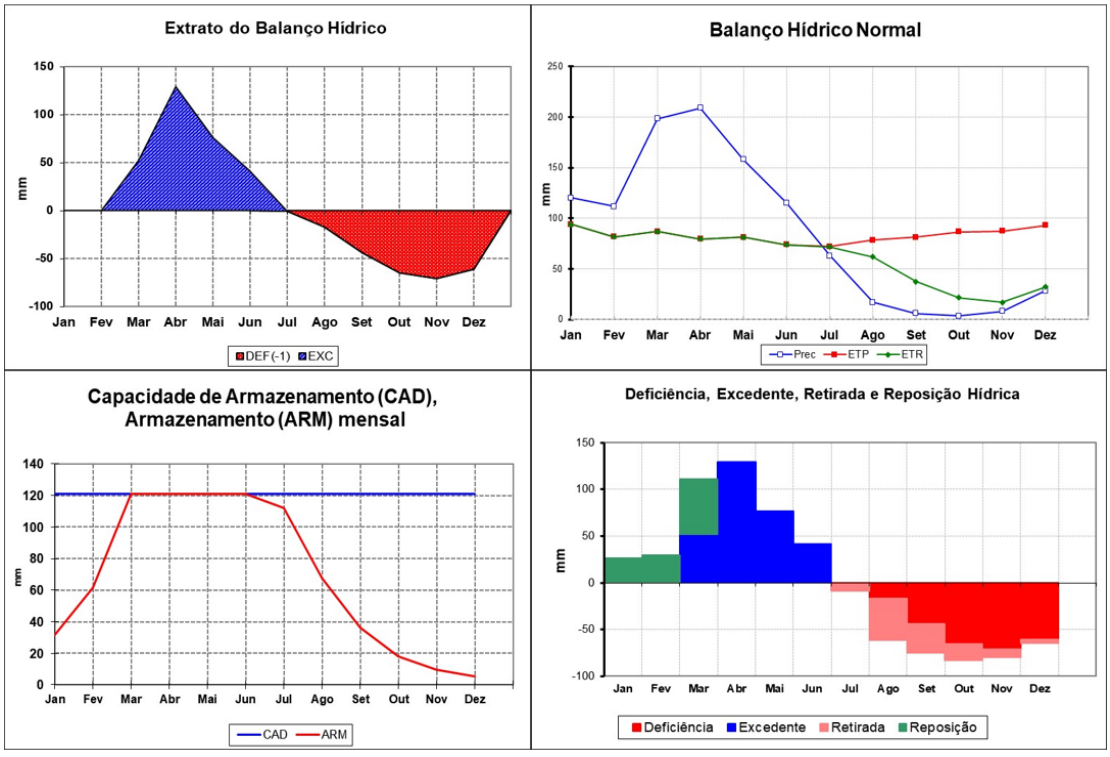
Para o município de Mulungu temos, Tabela 10 e Gráfico 20:

Tabela 10. Balanço hídrico normal - Mulungu (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – MULUNGU (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a junho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de julho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 93.9mm em janeiro e 16.8mm em novembro, totalizando 737.9mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de julho a dezembro (segundo semestre), totalizando 257.4mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março a junho, totalizando 299.2mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de março a junho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de julho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 20. Fortaleza (CE): Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Mulungu (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

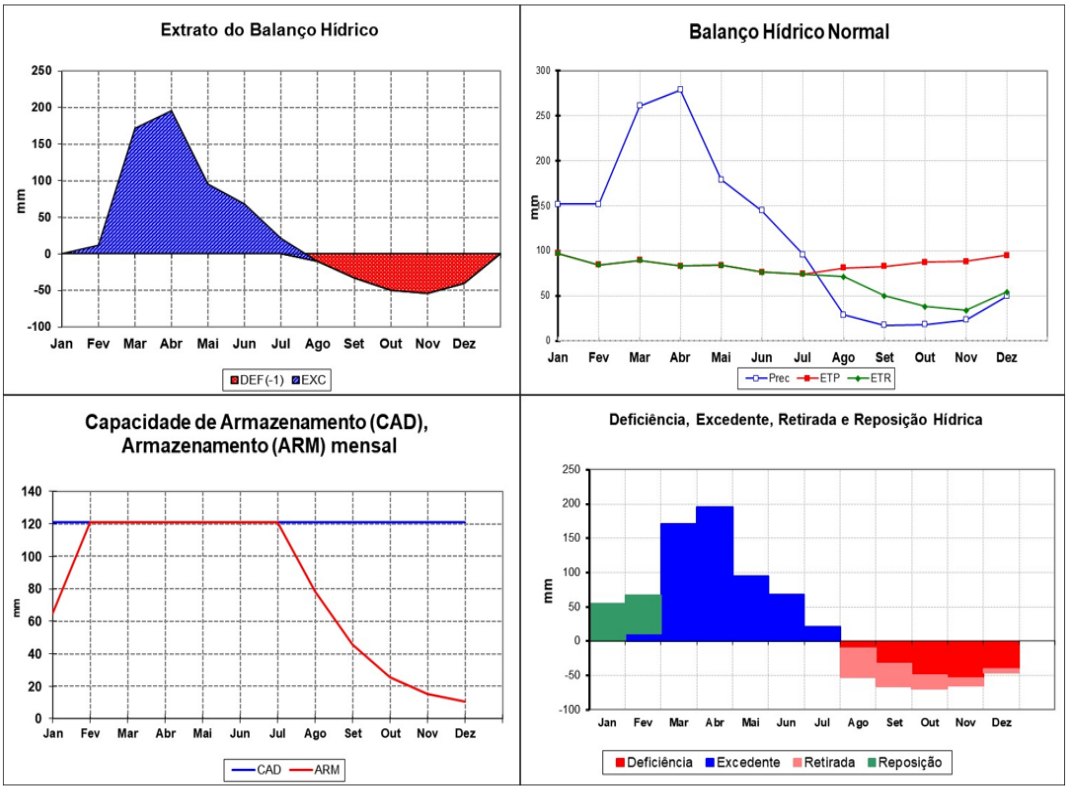
Para o município de Pacoti temos, Tabela 11 e Gráfico 21:

Tabela 11. Balanço hídrico normal - Pacoti (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – PACOTI (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 97mm em janeiro e 33.9mm em novembro, totalizando 835.2mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro (segundo semestre), totalizando 187.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de fevereiro a julho, totalizando 564.1mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de fevereiro a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro e fevereiro (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 21. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Pacoti (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

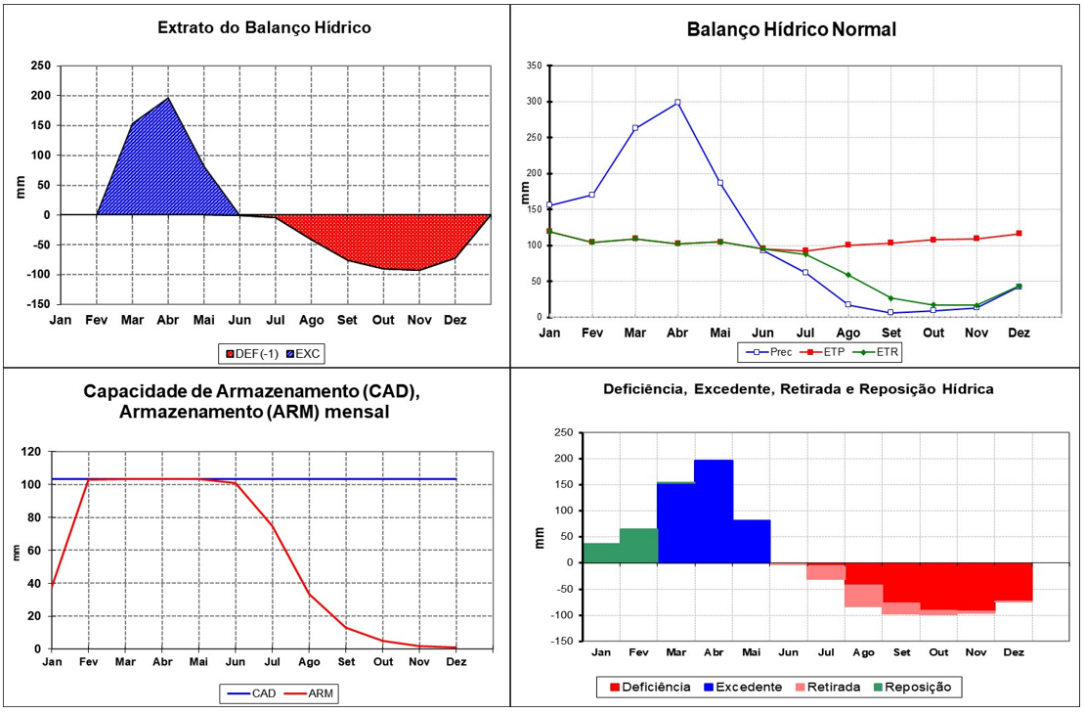
Para o município de Palmácia temos, Tabela 12 e Gráfico 22:

Tabela 12. Balanço hídrico normal - Palmácia (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – PALMÁCIA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a maio (pré-estação chuvosa e período chuvoso) e os negativos de junho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 119.2mm em janeiro e 16.5mm em novembro, totalizando 885.2mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de julho a dezembro (segundo semestre), totalizando 378.9mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março, abril e maio, totalizando 431.4mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre em março, abril e maio, momento em que os valores igualam o valor do CAD (103.2mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de junho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 22. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Palmácia (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2019).

Após o cálculo e as análises do balanço hídrico normal, fica evidenciado a importância de fatores como a altitude e o direcionamento das vertentes na distribuição da precipitação e, consequentemente, na recarga dos aquíferos e reservatórios da área, bem como nos momentos de excedente e déficit hídrico dos municípios do maciço.

Transecto topoclimático

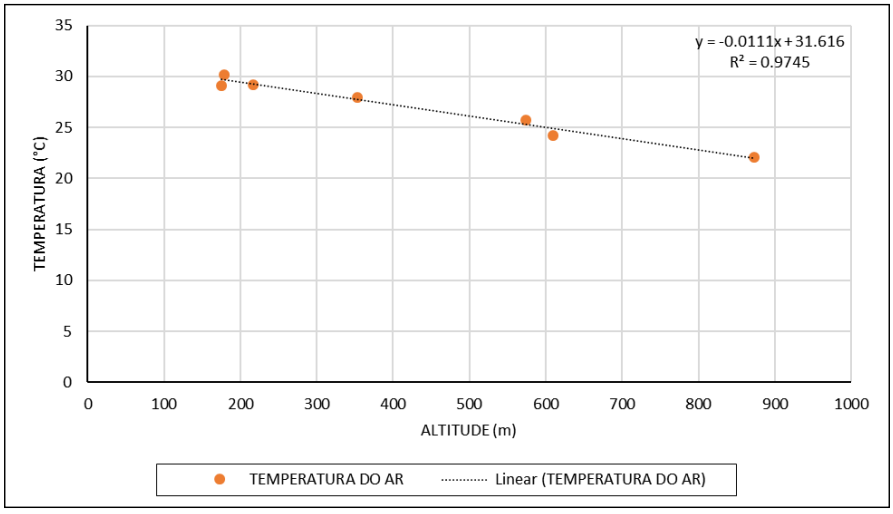
A coleta dos dados primários através do transecto topoclimático, possibilitou a verificação da correlação existente entre a altitude e os parâmetros climáticos aferidos pelos datallogers (temperatura e umidade do ar). Neste trabalho os aparelhos de coleta foram programados para medir as variáveis de trinta em trinta minutos, durante dezenove dias entre agosto e setembro de 2019. Os resultados foram tabulados e tratados estatisticamente e estão descritos abaixo.

Para a análise da relação entre altitude e temperatura do ar, o valor do R quadrado (R^2) foi de 0.9745. O R^2 também conhecido como coeficiente de determinação diz o quanto o comportamento de uma variável pode ser explicado através do modelo. No caso 97% do comportamento da variável temperatura pode ser explicado pelo modelo analisado. Analisando o resultado da anova (0), conclui-se que o modelo *é* estatisticamente válido. Para equação da reta e aplicação do modelo, foi calculado o valor do coeficiente de intercessão: (31.6160) e do coeficiente angular (-0,01106).

A Equação da reta é expressa por: "y= a + b *x", sendo que "y" é a variável que está sendo predita, "a" corresponde ao confidente de intercessão; "b" o coeficiente angular e "x" a variável independente ou preditora. Deste modo temos que o modelo que explica a relação entre temperatura (y) e a altitude (x) no caso do Maciço de Baturité é y = -0.0111x+31.6160.

Aplicando o modelo temos que a cada 100 metros a temperatura diminui em 1.1°*C (*Gr*áfico* 23).

Gráfico 23. Maciço de Baturité (CE) - Relação entre as variáveis (temperatura e altitude) e a reta estimada pela regressão (linha pontilhada).



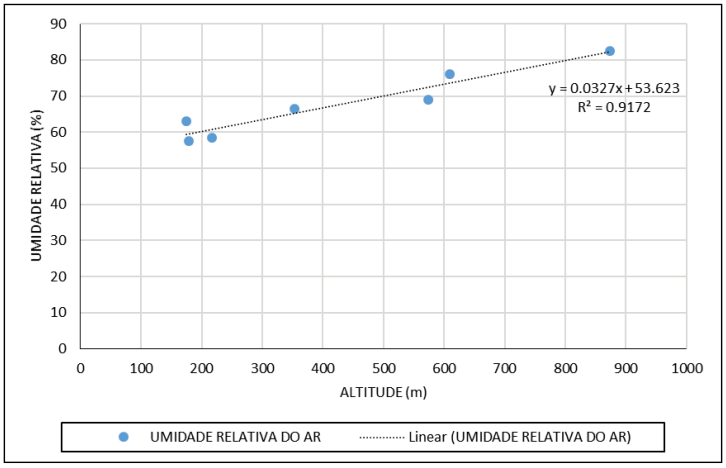
Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

Já para a análise da relação entre altitude e umidade relativa do ar, o valor do R quadrado (R^2) foi de 0.9172. No caso 91% do comportamento da variável umidade relativa pode ser explicado pelo modelo analisado. Analisando o resultado da anova (0), conclui-se que o

modelo é estatisticamente válido. Para equação da reta e aplicação do modelo, foi calculado o valor do coeficiente de intercessão: (53.62256) e do coeficiente angular (0.032734).

O modelo que explica a relação entre Umidade relativa (y) e a altitude (x) para o Maciço é y = 0.0327x+53.623. Aplicando o modelo temos que a cada 100 metros a umidade relativa aumenta 3.27% (Gráfico 24).

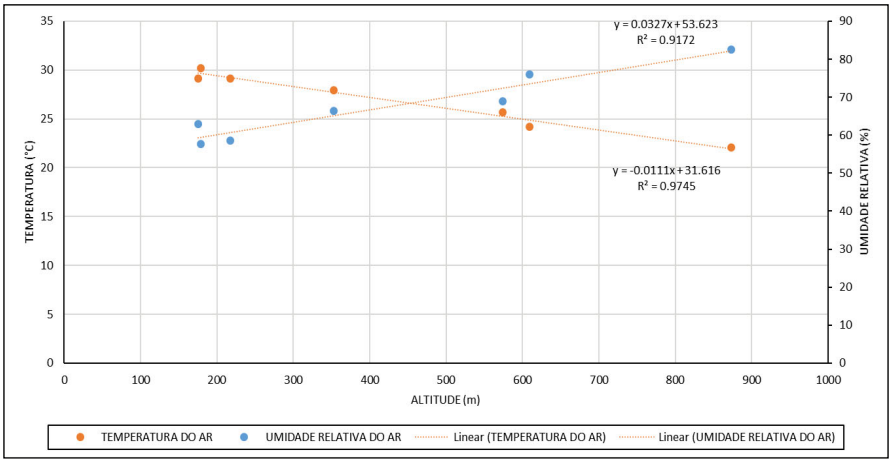
Gráfico 24. Maciço de Baturité (CE) - Relação entre as variáveis (umidade relativa e altitude) e a reta estimada pela regressão (linha pontilhada).



Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

O Gráfico 25, apresenta o comportamento modelado das duas variáveis medidas em relação a altitude no Maciço de Baturité. É notório que a medida em que ocorre o aumento da altitude, os valores de temperatura decrescem, enquanto os valores de umidade relativa aumentam. Portanto, a altitude é comprovadamente um dos fatores climáticos que mais condicionam os parâmetros dos climas (escalas micro e local - topoclimas) da área em estudo.

Gráfico 25. Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar em relação a altitude (dados modelados) no Maciço de Baturité (CE).



Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em concordância com os resultados alcançados, é conclusivo a importância de estudos climáticos, em diferentes escalas de análises, em ambientes de enclaves úmidos do semiárido nordestino, pois possibilitam um maior aporte de conhecimento para orientar trabalhos no que concerne ao planejamento e a gestão dessas áreas por parte dos órgãos públicos. Tendo em vista que o Maciço de Baturité (CE), além do seu potencial em biodiversidade, representa também grande importância na hidrografia no Estado do Ceará, sendo o principal dispersor de drenagem da porção norte-ocidental do Estado (CEARÁ, 1992). A hidrologia de superfície, relacionada ao escoamento superficial, é dependente da influência combinada de vários fatores, tais como, a natureza dos terrenos (predomínio dos terrenos cristalinos), as condições climáticas (mais úmidas), aspectos da vegetação e condicionantes geomorfológicos (IBAMA/UECE, 2002).

Após os estudos dos parâmetros climáticos, outro ponto a se destacar é a comprovação que os climas do Maciço são condicionados por vários controles climáticos, entretanto os dois mais destacados são a altitude (processos adiabáticos e convectivos) e a orientação/ disposição das vertentes (barlavento - úmida / sotavento – seca), onde o conjunto e as interações desses elementos, associados à dinâmica atmosférica regional, propiciam as características gerais da diversidade topoclimáticas da área. Fato que justifica, por exemplo, as temperaturas mais amenas e os altos índices pluviométricos, particularidades reconhecidas do maciço que destoam da primazia semiárida do Estado.

Em suma, os estudos geográficos do clima demonstram a sua grande importância na contemporaneidade, tanto para subsidiar ações governamentais no espaço, quanto para a geração e enriquecimento de um maior conhecimento elucidativo de áreas como o Maciço de Baturité. Recomenda-se a realização de trabalhos semelhantes, para as demais áreas serranas no Estado do Ceará, no intuito de desvelar com maior detalhamento suas particularidades climáticas o que favorece uma melhor gestão dos recursos naturais e a proteção da biodiversidade nesses ambientes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste:** Contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. – 7. Ed. rev. e aumentada – São Paulo: Cortez, 2005.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Caracterização do Território Nordestino.** Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiao-nordeste-estatisticas/nordeste-em-numeros/caracterizacao-do-territorio-nordestino> Acesso em: 20/01/2018.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro.** Brasília, 2005. 35p.

CARACRISTI, I. **A Natureza Complexa da Poiésis Climática:** Contribuições Teóricas ao Estudo Geográfico do Clima. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e

Ciências Humanas, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2007.
CAVALCANTE, A. M. B. **A Serra de Baturité**. Fortaleza: Edições Livro Técnico, 2005.
CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**, Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p.
CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité.** Diagnóstico e Diretrizes. Fortaleza: SEMACE, 1992. 136 p. il.
COSTA, F. G. **Software CELINA 1.0** – Estimativas de Temperaturas Médias Mensais para o Estado do Ceará. Fortaleza, UFC, 2007.
FREIRE, R. N. L.; CARACRISTI**,** I. Serra da Penanduba: a Biogeographical Study focused on Thebrazilian SemiArid Dry Forest. **INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCE (ONLINE)**, v. 9, p. 107-118, 2020.
GOMES, Y. B.; CARACRISTI**,** I. Proposal of Meteorological Minishelter as a Subsidy for Research and Teaching of Climatology. **INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCE (ONLINE)**, v. 10, p. 94-100, 2020.
IBAMA/UECE, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Universidade Estadual do Ceará – UECE. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE).** – Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002, 177p. ilust.
MONTEIRO, C. A. de F. "Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas. Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação". **RA'E GA O Espaço Geográfico em Análise**, V. 5 n. 5, Resgate de Textos Geográficos, Curitiba: Editora UFPR, 2001.
RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 23 (46-46):288-294, 1993.
ROLIM, G. S; SENTELHAS, P. C; BARBIERI, V. "Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanço hídrico: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial". **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p 133-137, 1998.
SANTOS JUNIOR, R. R. ; CARACRISTI, I. . Produção de dados climáticos primários a partir de medições em campo: procedimentos para o estudo do clima na região do açude Castanhão - CE. **Revista GeoNorte**, v. 1, p. 740-753, 2012.
SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: **Ceará Novo Olhar Geográfico.** Org.: SILVA, J.B.; CAVALCANTE, T.C; DANTAS, E.W.C. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Considerações sobre o Clima e a Hidrografia do Maciço de Baturité. In: BASTOS, F. H. (Organizador). **Serra de Baturité**: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011, Cap. 3, p. 61-75.

DOI: https://doi.org/10.57243/26755122.XXVI4025

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO E REGIME HIDROLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO OIAPOQUE, 1998/2019, AMAPÁ/BRASIL

PRECIPITATION ANALYSIS AND HYDROLOGICAL REGIME IN THE OIAPOQUE RIVER BASIN, 1998/2019, AMAPÁ/BRAZIL

ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN Y RÉGIMEN HIDROLÓGICO EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OIAPOQUE, 1998/2019, AMAPÁ/BRASIL

Severino Pereira Mancio Filho[1]
José Mauro Palhares[2]
Valdenira Ferreira dos Santos[3]

RESUMO: Os aspectos da precipitação na Amazônia e no Amapá têm influência no ciclo hidrológico. É um fator primordial para a vazão da bacia hidrográfica. Neste sentido, a pesquisa teve como objetivo analisar as características da precipitação e sua influência na vazão na bacia hidrográfica do rio Oiapoque. Desse modo foram utilizados uma série de 1981 até 2019 de dados de vazão e precipitação, os dados foram tratados estatisticamente utilizando métodos estatísticos. Concluiu-se que a precipitação total anual é superior a 4.000mm, o fluxo hídrico da bacia do rio, o aumento na precipitação aumenta o volume da vazão e as cotas se elevam. Os resultados da correlação mostraram boa concordância das variantes. As medições de precipitação e vazão estão ligadas ao deslocamento da ZCIT e com o El Ninõ e La Ninã. O entendimento destes fatores em uma bacia hidrográfica é muito importante, por auxiliar na gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Precipitação. Variabilidade Climática.

ABSTRACT: The aspects of precipitation in the Amazon and Amapá have an influence on the hydrological cycle. It is a key factor for the flow of the watershed. In this sense, the research aimed to analyze the characteristics of precipitation and its influence on the flow in the hydrographic basin of the Oiapoque River. Thus, a series of flow and precipitation

1 Professor do Governo do Estado do Amapá e Pesquisador colaborador no Instituto de Pesquisas Científicas Tecnológicas do Amapá – IEPA. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4231-6647. E-mail: manciofilho@gmail.com.
2 Professor do Curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amapá. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9311-1049. E-mail: jmpalhares@gmail.com.
3 Pesquisadora no Instituto de Pesquisas Científicas Tecnológicas do Amapá – IEPA. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5038-4191. E-mail: valdeniraferreira@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2022 e aceito para publicação em outubro de 2022.

data were used from 1981 to 2019, and the data were statistically treated using statistical methods. It was concluded that the total annual precipitation is greater than 4,000mm, the water flow of the river basin, the increase in precipitation increases the flow volume and the quotas increase. The correlation results showed good agreement of the variants. Precipitation and flow measurements are linked to the displacement of the ITH and with El Ninõ and La Ninã. The understanding of these factors in a hydrographic basin is very important, because it assists in the management of water resources.

Keywords: Watershed. Precipitation. Climate Variability.

RESUMEN: Los aspectos de la precipitación en la Amazonía y Amapá tienen influencia en el ciclo hidrológico. Es un factor clave para el caudal de la cuenca. En ese sentido, la investigación tuvo como objetivo analizar las características de la precipitación y su influencia en el caudal en la cuenca del río Oiapoque. De esta forma, se utilizaron una serie de datos de caudal y precipitación desde 1981 hasta 2019, los datos fueron tratados estadísticamente mediante métodos estadísticos. Se concluyó que la precipitación total anual es mayor a 4.000mm, el caudal de água de la cuenca del río, el aumento de la precipitación aumenta el volumen del caudal y se elevan las cuotas. Los resultados de la correlación mostraron una buena concordancia de las variantes. Las mediciones de precipitación y caudal están vinculadas al desplazamiento de la ZCIT y con El Ninõ y La Ninã. Comprender estos factores en una cuenca es muy importante, ya que ayuda en la gestión de los recursos hídricos.

Palabras clave: Cuenca. Precipitación. Variabilidad Climática.

INTRODUÇÃO

A realização desta pesquisa é fruto da necessidade de uma análise da variabilidade da precipitação na bacia do rio Oiapoque, por meio dos dados de estações meteorológicas, e a sua relação com os processos fluviais.

A definição de precipitação é abordada por diversos estudos do clima. Para Ayoade (1996), é qualquer deposição em forma líquida ou sólida e derivada da atmosfera. Soares e Batista (2004) salientam que a precipitação é o resultado de um estado avançado de condensação sob forma de gotas.

Os aspectos da precipitação têm influência do ciclo hidrológico que de forma tem sua origem nos processos de evaporação das águas, formação de nuvens, transporte das mesmas pelos ventos, e posteriormente a precipitação de forma sólida ou líquida.

De acordo com Santos (2006) com a interação resultante dos fatores climáticos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e ocorrência do fenômeno El-Niño-Southern Oscillation (ENSO), a região equatorial apresenta períodos chuvosos e menos chuvosos que ocorrem ao longo do ano, apresentando variações anuais, interanuais e decenais, de acordo com os fenômenos associados.

Com isso, o estudo dos padrões sazonais das chuvas e as estimativas de precipitação são indispensáveis para uma série de aplicações, entre as quais o apoio ao entendimento dos mais variados regimes de chuva, a compreensão do ciclo hidrológico e aos estudos climatológicos e meteorológicos. Além disso, estimativas de precipitação são fundamentais para o planejamento estratégico não só dos recursos hídricos, mas também de todas as atividades que fazem uso desses recursos (ANGELIS, 2006).

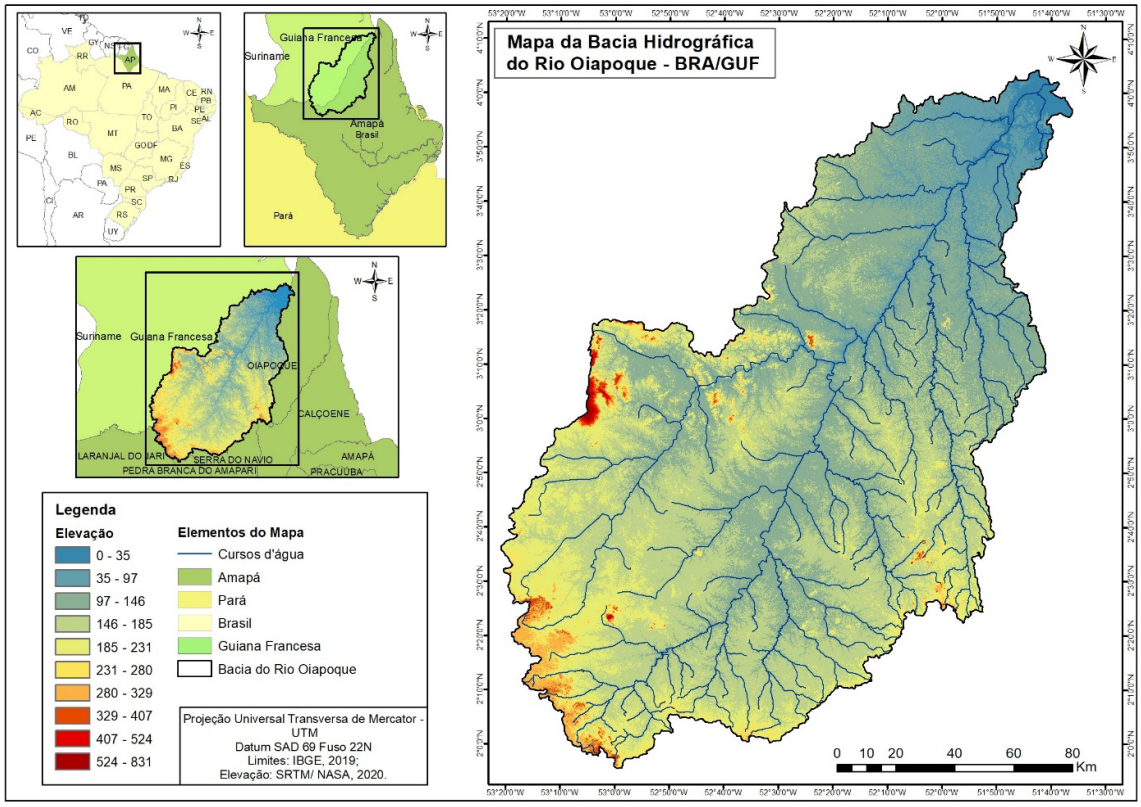
Os estuários na região costeira norte brasileira, principalmente a norte do estado do Amapá fronteira com a Guiana Francesa, estão localizados em uma região sujeita a fenômenos atmosféricos de larga escala associados a presença da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, influência do El Niño e La Niña, a Corrente Costeira Norte Brasileira e o Sistema de Dispersão do rio Amazonas.

Dado a isto este trabalho objetiva fazer análise da variabilidade da precipitação e relacionar com as informações da vazão na bacia hidrográfica do rio Oiapoque, norte do Brasil, no período entre 1981 a 2019. Assim, correlacionar a variabilidade climática com eventos climáticos da Zona de Convergência Intertropical e eventos ENOS.

Para isso serão utilizados os dados de precipitação pluviométrica da estação meteorológica presente no município de Oiapoque e Guiana Francesa juntamente com os dados fluviométricos. Os dados foram tratados de forma a compreender as distribuições temporal e espacial das chuvas considerando a sazonalidade e os efeitos de eventos extremos que podem afetar a vazão e consequentemente a descarga estuarina podendo refletir nos padrões de erosão e deposição.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Para o estudo foi escolhida a bacia hidrográfica do rio Oiapoque localizada no extremo norte do estado Amapá, esta bacia recobre grande parte do município de Oiapoque, área de fronteira com a Guiana Francesa, departamento ultra marino da França, inserida na região hidrográfica amazônica, ela é delimitada pelas coordenadas geográficas 1º 50’ N a 4º 10’ N de latitude e 53º20’ W a 51º30’ W de longitude.



Fonte: Adaptado a partir de IBGE (2020); SEMA/AP (2018).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Oiapoque.

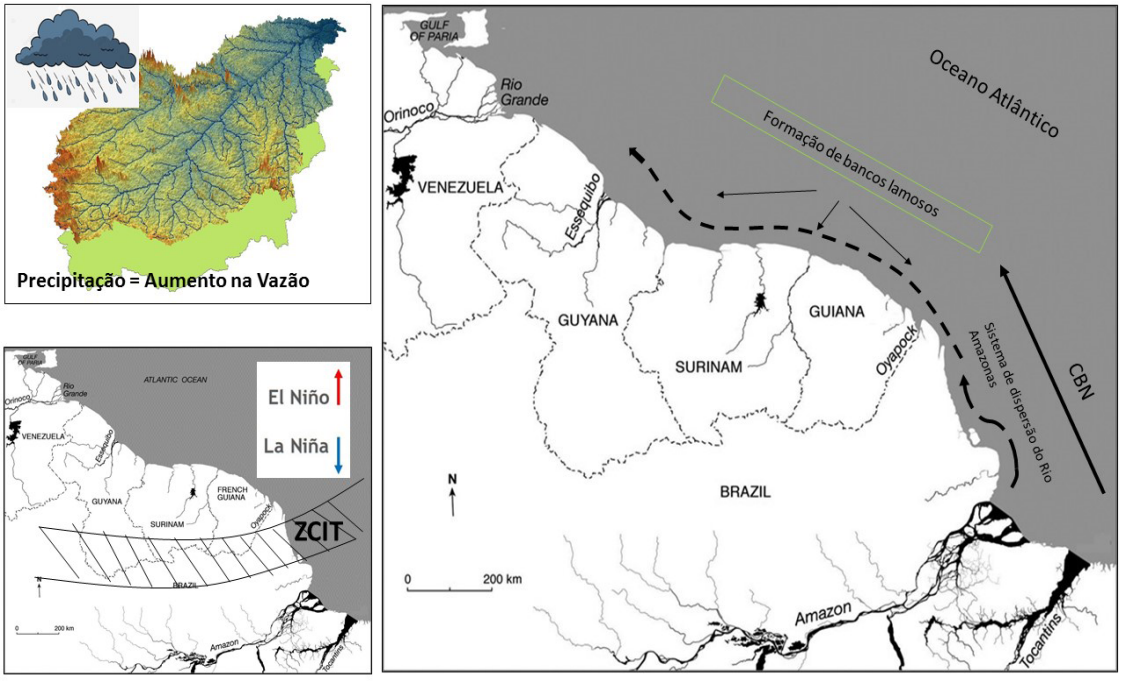
Meio Físico

A região amazônica é caracterizada por um grande volume de chuva, o período de maior intensidade de chuvas na região associada ao estado do Amapá são os meses de março a maio, com volumes que chegam em média a 400 mm ao mês e, o período de menor intensidade pluviométrica compreende os meses de setembro a novembro, apresentando uma média de 50 mm. As temperaturas médias anuais de 26°C, variando para 24°C na parte oeste e até maiores ao longo do baixo Amazonas (INMET, 2013).

Segundo Ferreira (2008), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) tem influência determinante nos altos valores de precipitação na região de estudo, pelo seu deslocamento nos meses de março e abril de 1° grau de latitude Sul e movendo-se cerca de 8º grau de latitude norte entre agosto e setembro em que os valores de precipitação são menores. O autor destaca que a oscilação de *Madden-Julian* é outro fator dinâmico de grande escala que tem influência nos padrões pluviométricos da região amazônica, atuando dentro da escala intrasazonal constituindo um fenômeno de baixa frequência com duração de cerca de 30 a 60 dias, que influencia diretamente na precipitação da região.

O estuário do rio Oiapoque segundo Allison et al. (1994), junto com os estuários dos rios Uaçá e Cassiporé estão localizados em uma zona transicional entre um setor costeiro erosional e uma costa deposicional que se inflete para noroeste formando os

maiores bancos lamosos do mundo que migram em direção a costa da Venezuela (WELLS; COLEMAN, 1978) como mostra as setas na Figura 2. Como a planície costeira do Suriname que faz parte de uma extensa planície entre o rio Amazonas e o rio Orinoco que começou a se desenvolver cerca de 6.000 anos atrás onde grandes bancos de lama anexados a costa migram continuamente para o oeste influenciados pela Corrente Norte Brasileira (AUGUSTINUS et al., 1989).



Fonte: Elaborado por MANCIO FILHO (2020). Adaptado de ANTHONY et al. (2013); AUGUSTINUS et al. (1989); ALLISON et al. (1994); DUARTE (2009); MARENGO et al. (1998); RONCHAIL et al. (2005); SANTOS (2006); WELLS (1978).

Figura 2. Conexões dos processos na bacia hidrográfica e costa Amazônica com o clima.

Por estar na maior área de atuação da ZCIT, influência do ENSO, sofre fortes influência da temperatura, circulação atmosférica, a região apresenta altas taxas de precipitação, concentradas entre os meses de dezembro e abril, com valores hídricos anuais atingindo cerca de 4.000 mm ao norte da costa do Amapá (SILVA; PORTELA, 2006). Esta variabilidade climática influencia as descargas hídricas. Ainda a sua localização geográfica de latitudes baixas, cerca de 2°N, e sofre influência dos aspectos hídricos da foz do Amazonas e da Corrente Equatorial Sul (ramo norte), na qual este regula o direcionamento do sistema de dispersão (OLIVEIRA et al., 2007) e as taxas de deposição, erosão e transporte, mudando a morfologia da zona costeira.

A área de estudo situa-se na região equatorial e possui um clima quente úmido com a existência de duas estações bem distintas: uma seca (setembro a novembro) e uma chuvosa (fevereiro a maio) com altos índices de precipitação.

A abrangência da bacia hidrográfica do rio Oiapoque apresenta uma área com cobertura vegetal diversificada, tendo parte floresta de terra firme na porção interna do seu território

(IBGE, 2012). No litoral na porção que compreende a costa oceânica da Guiana Francesa e brasileira caracterizam-se estreitas franjas de manguezais (SANTOS et al., 2016).

O relevo da bacia hidrográfica do Rio Oiapoque se estende por dois países, Brasil (estado do Amapá) e Guiana Francesa (Distrito de Cayenne). Segundo Boaventura e Narita (1974), o relevo do estado do Amapá está classificado em cinco unidades morfoestruturais:
I. Planície Costeira;
II. Planalto Rebaixado da Amazônia;
III. Planalto da Bacia do Amazonas;
IV. Planalto Dissecado Araguari-Jari
V. Planalto Dissecado do Norte do Amapá

A unidade morfoestrutural que abrange a área de estudo corresponde ao Planalto Dissecado do Norte do Amapá esculpido nas litologias do núcleo Arqueano Oiapoque (LIMA et al. 1991). O Arqueano teve sua formação geológica no período pré-cambriano, ou seja, é uma tipologia de relevo muito antigo com isso é lá que estão as maiores altitudes do estado. Devido a estas características, essa unidade morfoestrutural abriga grande parte das jazidas minerais do Estado do Amapá.

Na porção mais ao norte tem a formação de planície costeira, que corresponde à faixa de ocorrência de sedimentos quaternários, de ambiências fluvial, flúvio-lacustre e flúvio–marinha (SILVEIRA; SANTOS, 2006).

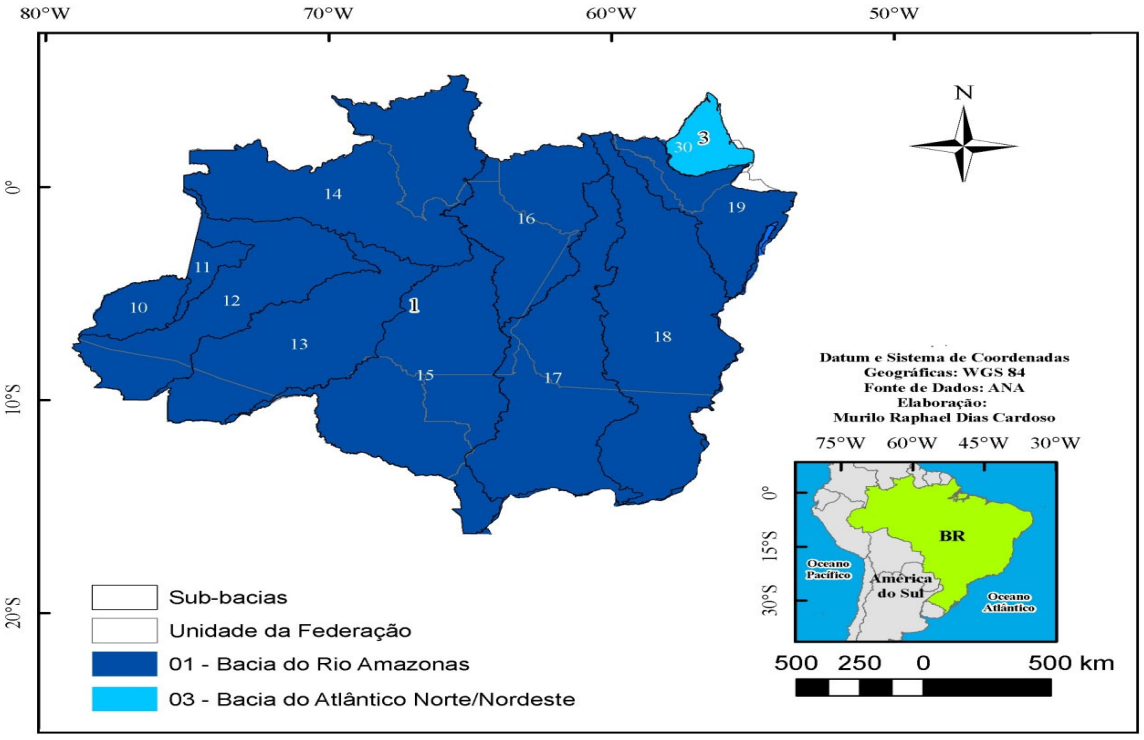
Na porção que abrange a Guiana Francesa a formação geológica pertence ao Escudo das Guianas, um vasto conjunto geológico limitado ao norte pelo Oceano Atlântico e ao sul pela Bacia Amazônica. As rochas pertencentes ao Escudo, mais de 90%, são datadas do Paleoproterozóico, formados há cerca de 2,2 bilhões de anos e estão ligados à inauguração de um oceano que separou os escudos arqueanos da Amazônia e da África Ocidental (ROIG; MOISAN, 2011).

O Escudo das Guianas, recobre uma área 1,5 milhão de quilômetros quadrados, aproximadamente, se estende para países como Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana e Brasil. Onde o vetor de formação do escudo está ligado aos eventos geodinâmicos relacionados ao Arqueano e Mesoproterozóico (THÉVENIAUT; DELOR, 2003).

Devido a estas características geológicas o relevo da Guina Francesa é marcado por planaltos com elevações pequenas e médias, e montanhas isoladas com 800 metros de elevação como o Maciço Inini-Camopi e central (PAGET, 1999), vales comuns, planaltos e encostas (GUITET et al., 2013). Contudo dentro destes segmentos elaborado por Paget e Guitet et al., também se encontram tabuleiros, relevos residuais, planícies com relevos residuais descritos por Bugnicourt et al., (2018) em estudo usando análise textural para mapeamento de relevo e paisagem regional, Escudo das Guianas Orientais.

Estas formações geológicas e geomorfológicas implicam em um relevo dissecado pela rede hidrográfica, uma paisagem característica para a bacia hidrográfica do rio Oiapoque, tais como o afloramento rochoso ao longo do rio e algumas corredeiras ocasionas pela formação geológicas existente no seu alto curso, na direção das suas nascentes, e no baixo curso, direção da sua foz (IBGE, 1964; PALHARES; GUERRA, 2016).

A área de estudo consiste em uma área de fronteira entre dois países (Brasil e Guiana Francesa), na porção estrangeira a região possui uma variedade de bacias hidrográficas, bacia Maroni, Appouague, Oiapoque e bacias Costeiras (MINISTÈRE DE L´ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L`ÉNERGIE, DEAL-Guyanne, 2012). No Amapá (Brasil) a BHRO pertence a bacia amazônica, uma das maiores da América Latina, e a mais extensa rede hidrográfica do planeta (ANA, 2011). A bacia Amazônica é constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas, pela bacia do Atlântico Norte/Nordeste (Figura 3), segundo a resolução nº 32/2003 do Concelho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a bacia hidrográfica amazônica ocupa uma área total da ordem de 6.110.000 km², desde suas nascentes nos Andes Peruanos até sua foz no oceano Atlântico (ANA, 2011).



Fonte: ANA (2011).

Figura 3. Mapa da Região hidrográfica Amazônica e Sub-bacias.

A região amazônica apresenta grande potencial hídrico, os seus rios principais são navegáveis e de importância econômica, estes ligam diversos centros urbanos na região. De acordo com a Agencia Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e, com base no Plano Nacional de Integração Hidroviária, a bacia amazônica movimenta um grande fluxo de produtos, os principais são: minério de ferro, produtos de exploração florestal, carga geral, minerais metálicos não-ferrosos, petróleo e gás natural (ANTAQ, 2013).

Integrando a bacia do Atlântico Norte, o rio Oiapoque apresenta um fluxo de mercadorias e trânsito constante de embarcações que fazem trajetos entre Brasil e a Guiana Francesa. A bacia desagua diretamente no oceano Atlântico. O rio Oiapoque

tem suas nascentes na porção oeste do estado do Amapá, no interior do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, tem direção sentido sul – norte, com uma área de 15.000 km² na porção brasileira (SEMA, 2004).

Esta bacia hidrográfica tem como principais afluentes do lado brasileiro, o rio Curipi, Cricou, Anotaié, Marupi, Lauê, Mutura, e da porção da Guiana Francesa possui uma área de 17.000 km², os principais rios são Camopi e Yaloupi.

Isto demonstra o quão importante papel o rio Oiapoque tem na dinâmica econômica da região, tanto no sentido no transporte de mercadorias quanto do transporte de pessoas. Dado a isto, é de grande importância o conhecimento dos rios que fazem parte da sua dinâmica fluvial.

Socioeconomia

Os aspectos socioeconômicos compreendem em sua grande parte o município de Oiapoque na porção brasileira e na porção francesa a maior concentração populacional está nas cidades de Saint George e Camopi.

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Oiapoque tem uma população estimada para 2020 em 27. 906 habitantes (IBGE, 2010), apresentou um PIB per capita de 15.462 reais em 2017, data da última pesquisa feita. Na Guiana Francesa, a cidade de Saint George possui uma população de 4.020 habitantes e Camopi com 1.769 habitantes (Tabela 1).

Tabela 1. Características populacionais dos municípios que compõe a bacia do rio Oiapoque.

Município	Área (km²)	População				Densidade (hab/km²)
		1991	2000	2010	2021 (Estimada)	
Oiapoque	23.034	7.555	12.886	27.270	28.534	0, 91(2010)
Saint George	2.320	1.523	2.153	4.020		1,08 (2010)
Camopi	10.030			1.769		0,17(2010)

Fonte: IBGE (2010, 2020); INSEE (2010).

As economias dos municípios em questão giram em torno dos bens de serviços, agropecuária e da indústria para o Oiapoque. A Guiana Francesa apresenta baixa representatividade econômica para a França. Tem na distribuição do valor agregado, a predominância do setor secundário, estendido às atividades extrativistas (TOSTES; FERREIRA, 2010) também as atividades de garimpo fomentam a economia do município mobilizando pessoas e estimulando a circulação monetária (ALMEIDA; RAUBER, 2017). Já o setor industrial representa 11,4% do seu PIB (BEAUDOUIN; RIEBLANC; BOYER, 2011).

METODOLOGIA

Dados pluviométricos e fluviométricos da bacia do Oiapoque

Para a realização deste estudo foram utilizadas as informações do banco de dados de precipitação do Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), 1981 até 2019. Para as informações de vazão foram utilizadas as informações disponíveis no site do MINISTÈRE DE L´ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L`ÉNERGIE (Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia, 2015) mostrados no Quadro 1. Com isso foram selecionadas as estações de Oiapoque e Saint-Georges (sob o código: 60200030) disponíveis no sistema HYDRO que armazena medições de nível de água (em intervalos de tempo variáveis, 1981 - 2019)

Quadro 1. Estações pluviométricas e Fluviométricas utilizadas na pesquisa.

Nome da estação	Código	Responsável	Localização geográfica
Oiapoque (Pluviométrica)	8351002	ANA/CPRM	Lat.: 3,84Nº; Long.: -51,84ºW
Saint-Georges (Fluviométrica)	60200030	DEAL Guyane	Lat.: 3,52Nº; Long.: -51, 48ºW

Fonte: Autores (2022).

Variabilidade da precipitação e dinâmica fluvial: relação precipitação observada e vazão

Para originar a relação destas variáveis (Estação ANA/TRMM/Vazão/ZCIT/ENOS), buscou-se estabelecer os meses de descolamento da ZCIT e para os eventos ENOS foram selecionados os anos de ocorrência destes fenômenos, após isso foi necessário a aplicação de formulas estatísticas.

Estatística de correlação

A estatística empregada no estudo estabeleceu uma análise quantitativa, para isso, foram extraídos dados das estações, assim extraindo as médias mensais de precipitação para tabela Excel no formato xls. Os dados pluviométricos foram ordenados estatisticamente em médias mensais, o mesmo método foi utilizado para a vazão. Visualizou-se os dados em tabela Excel, para a confecção de gráficos (comparativos e dispersão) para a comparação da precipitação e vazão, retirando os períodos chuvosos e secos (IAC).

O índice de anomalia de chuva junto com a classificação da intensidade proposto por Rooy (1965) permite identificar períodos de seca e estações chuvosas em determinado recorte espacial.

$$IAC = 3\left[\frac{(N-\overline{N})}{(\overline{M}-\overline{N})}\right] \qquad IAC = -3\left[\frac{(N-\overline{N})}{(\overline{X}-\overline{N})}\right]$$

Equações para anomalias positivas e negativas, respectivamente.

A partir dos valores encontrados, o regime de chuva foi classificado de acordo com a metodologia do IAC apresentada na Figura 4.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade	
Maior que 4	Extremamente chuvoso	EC
Entre 2 e 4	Muito chuvoso	MC
Entre 0 e 2	Chuvoso	C
0	Nem chuvoso nem seco	
Entre 0 e -2	Seco	S
Entre -2 e -4	Muito seco	MS
Menor que -4	Extremamente seco	ES

Fonte: Araújo (2009).

Figura 4. Classificação da pluviosidade segundo o IAC.

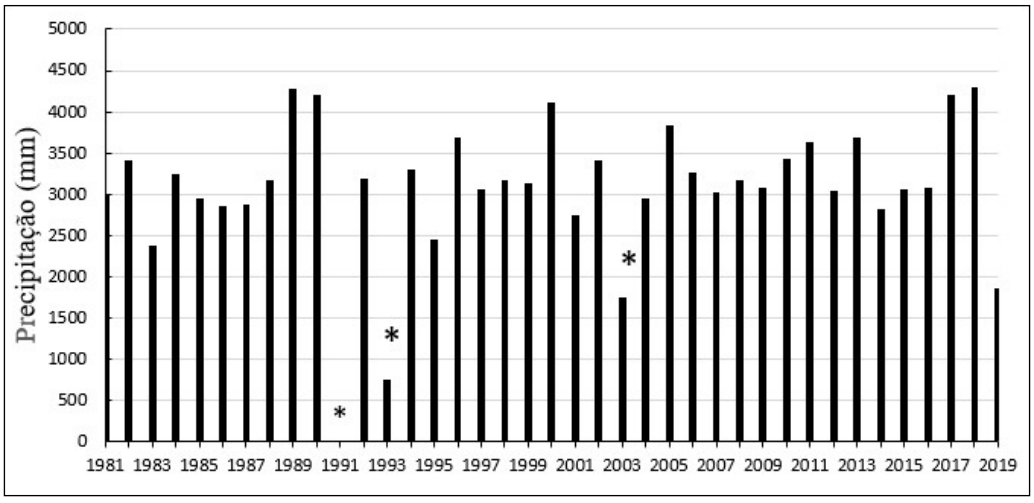
Por fim, as informações de precipitação e vazão podem ser analisadas com os parâmetros de influência da Zona de Convergência Intertropical, El Niño e La Niña.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Variabilidade da precipitação e correlação dos dados pluviométricos, fl uviométricos (1981 – 2019) da bacia do rio Oiapoque

A variabilidade do total anual da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Oiapoque – BHRO, por meio da estação climatológica da Agência Nacional de Águas – ANA, demostram que há uma variabilidade com períodos com maior volume de precipitação na bacia com média de 2.000 milímetros para o período de 1998 a 2019 (Gráfico 1).

Gráfico 1. Precipitação total anual (1981-2019) a partir da estação pluviométrica Oiapoque.



* 1991 – Sem leitura de dados.

* 1993 – Medições apenas nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro.

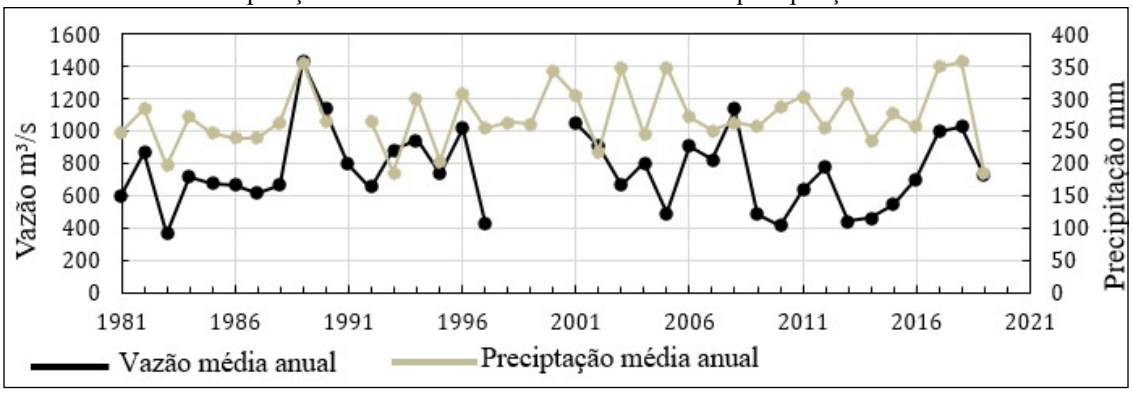
* 2003 - Medições apenas nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio.

Fonte: Autores (2022).

Dessa forma os anos que se destacam com maiores precipitações foram os anos de 1989 (4.274mm); 1990 (4.197mm); 2000 (4.112mm); 2017 (4.197mm) e 2018 (4.289mm) respectivamente, as menores variabilidade correspondem aos anos de 1983 (2.370mm); 1995 (2.444mm) e 2019 (1.853mm). Esses valores são considerados baixos para a realidade da região norte, dado as suas características climáticas.

Comparados com os valores do fluxo hídrico da bacia, observa-se uma condescendência, na medida que os volumes de precipitação aumentam o volume da água dentro do conjunto hídrico responde com aumento da vazão (Gráfico 2).

Gráfico 2. Comparação da média anual dos dados de vazão e precipitação entre 1981-2019.



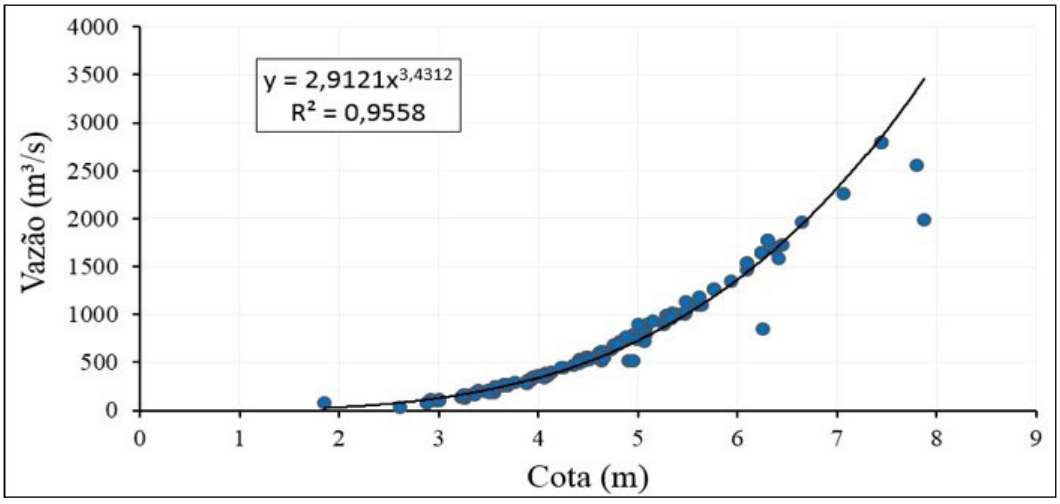
Fonte: Autores (2022).

Os anos de 1983, 1997, 2005, 2010 e 2013 tiveram volumes de vazão muito abaixo da média expressada no Gráfico 2, os fatores ligados a estes baixos valores podem estar

ligados com eventos extremos do clima (SANTOS, 2006; REBOITA et al., 2010) visto que não existem barragens para esta bacia, onde estas influenciam diretamente no fluxo do rio. Em contrapartida observou-se valores elevados acima da média da vazão, 755 m³/s, para os anos 1989, cerca de 1.430 m³/s e 2008 com uma contribuição para o escoamento de 1.130 m³/s. Com isso, períodos de excesso de precipitação tendem a ser seguidos por períodos de escoamento acima da média (MARENGO et al., 1998), e as mudanças nos extremos de descarga estão relacionadas à variabilidade regional da chuva.

De fato, existe uma relação entre os volumes de entrada de precipitação e vazão, com o aumento da cota do rio Oiapoque. Conforme o Gráfico 3, foram realizados o tratamento dos dados de cotas e vazão da estação do Cricou, localizada na bacia do rio Oiapoque. A fim de estabelecer uma análise estatística da relação cota/vazão para o rio, o Gráfico 3 identifica a curva chave que foi gerada a partir de uma equação potencial, mais aderente para os estudos de vazão de um rio com valores bem ajustados.

Gráfico 3. Curva chave, com serie de dados de 1983-2021. Estação do Cricou. Rio Oiapoque.



Fonte: Autores (2022).

A equação apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9558, mostrando um elevado grau de determinação da interdependência das variantes, indicando que a relação vazão/cotas serão 95% dos valores do aumento de vazão dentro do sistema hídrico do rio estão relacionados com a elevação da lamina de água do rio.

A BHRO recebe impactos dos eventos El Niño e La Niña, nos anos que ocorreram, a região presenciou períodos de estiagem e elevadas descargas de chuvas. Quando o El Niño ocorre observa-se um período de estiagem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Quando a região está sob influência do La Niña o cenário muda para períodos chuvosos os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. O Quadro (2) a seguir mostra os anos que ocorreram os eventos ENSO e sua intensidade para o período estudado neste trabalho (1981 – 2019).

Quadro 2. Anos de ocorrência dos eventos El Niño e La Niña.

Ocorrência do El Niño			Ocorrência do La Niña		
1982-1983			1983-1984		
			1984-1985		
1986-1988			1988-1989		
1990-1993					
1994-1995			1995-1996		
1997-1998			1998-2001		
2002-2003					
2004-2005			2006		
2009-2010			2007-2008		
2015-2016			2010-2011		
			2017-2018		
Forte	Moderado	Fraco	Forte	Moderado	Fraco

Fonte: Adaptado de: NOAA (2014) e CPTEC (2016).

A partir do Quadro 4 foram selecionados os anos e a intensidade para cada evento e relacionados aos dados de vazão e precipitação ocorridos na BHRO para entender como se deu a variabilidade e influência dos eventos El Niño e La Niña (Quadro 3).

Quadro 3. Ocorrência dos fenômenos ENOS relacionado a precipitação e vazão média anual.

El Niño				La Niña			
Ano	**Intensidade**	**Preci. média**	**Vazão m³/s**	**Ano**	**Intensidade**	**Preci. média**	**Vazão m³/s**
1983	Forte	198 mm	361	1989	Forte	356 mm	1430
1995	Moderado	204 mm	734	1996	Moderado	307 mm	1020
1997	Forte	255 mm	427	2001	Moderado	304 mm	1050
2002	Moderado	285 mm	907*	2008	Moderado	363 mm	1130
2015	Forte	278 mm	547	2018	Moderado	357 mm	1030
2016	Forte	257 mm	708*				

* teoricamente mesmo com a atuação do El Niño a vazão se mostrou acima da média anual 755 m³/s.

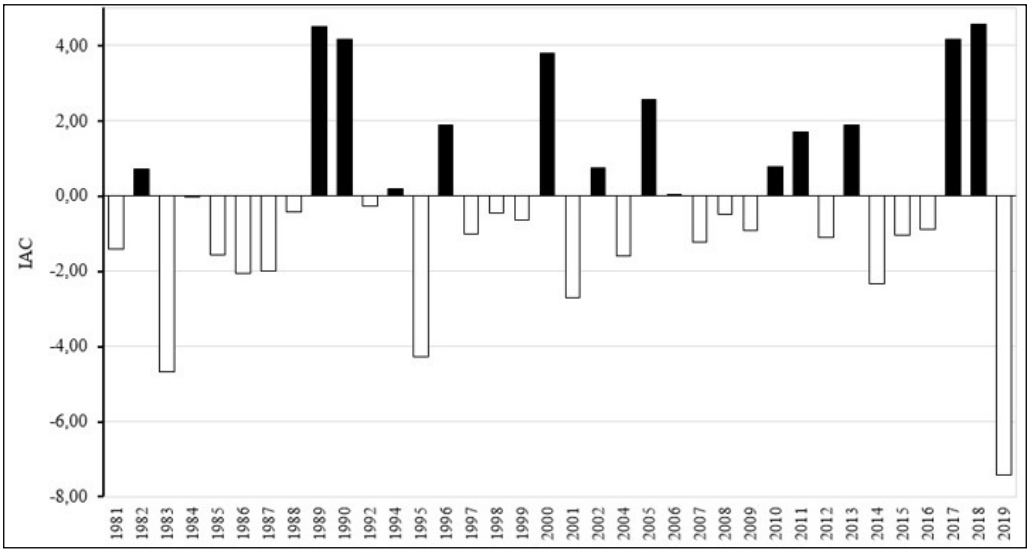
Fonte: Autores (2022).

O El Niño quando atua no Norte do Brasil, provoca baixos índices de precipitações e temperaturas definida em termos seco e quente de junho a agosto. Os resultados mostram que ano de 1983 quando a intensidade foi classificada como forte o volume de vazão dentro da bacia foi o mais baixo, cerca de 361 m³/s, dentro dos anos de ocorrência do fenômeno. Nos anos de 2002 e 2016 foram classificados como moderado e forte respectivamente, contudo a vazão dentro da bacia foi acima da média para os anos de El Niño.

Nos anos de ocorrência do La Niña os valores de precipitação são nitidamente elevados em relação a situação do El Niño. Os impactos do La Niña na vazão mostram que o ano de 1989 classificado como forte, o volume de água dentro da bacia teve um aumento significativo em relação aos outros anos de atuação do fenômeno.

Para expor os efeitos que esses fenômenos trazem para a região de estudo utilizamos o Índice de Anomalia de Chuva – IAC, que permitiu identificar mudanças nos padrões de chuva dentro da bacia hidrográfica do rio Oiapoque de uma serie temporal de 1981 até 2019 (Gráfico 4).

Gráfico 4. Índice de Anomalia de Chuva na Bacia Hidrográfica do Rio Oiapoque.



Fonte: Autores (2022).

A partir do cálculo proposto por Rooy (1965) é possível determinar os períodos secos e extremamente chuvosos na BHRO. Nos anos de 1983, 1995 e 2019 observou-se que o valor da anomalia negativa ficou acima de -4,0, evidenciando um período extremamente seco, nos anos de 1986, 2002 e 2014 foram anos muito seco. Os anos classificados como extremamente secos (1983, 1995, 2001 e 2014) tiveram influência do El niño, que nestes anos tiveram intensidade de forte a moderado.

Os anos de 1989, 2017 e 2018 foram classificados como extremamente úmidos, os anos de 2001e 2005 como muito úmido. Comparando os anos de ocorrência do fenômeno La Ninã (Quadro 4) verificou-se que os anos classificados como extremamente úmido (1989, 2017 e 2018) e muito úmido (2001) estavam sob influência deste fenômeno que ocorreu em uma intensidade de forte a moderada.

Após uma análise temporal do IAC para a BHRO observou-se que existe uma variabilidade entre as anomalias de precipitação. Entre os anos de 1983 até 1988 os valores são negativos seguida por dois anos de precipitação positiva. A partir do ano de 1997 as anomalias de chuva seguem negativas por mais dois anos, alternando entre chuvas positivas e negativas até o ano de 2007, quando em 2010 o ano é classificado como úmido, seguido por mais três anos com índices negativos de chuva.

Em média a variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Oiapoque tem mais anos de anomalias de chuvas negativas em toda a série temporal analisada. Existe uma alternância em média de 3 a 4 com IAC negativas e 2 anos positivas. Com isso os dados mostram que a variabilidade da chuva na bacia hidrográfica do rio Oiapoque segue uma alternância no índice de anomalia de chuva e tem relação com os eventos extremos El Niño e La Niña.

Portanto os impactos do La Niña na BHRO acarretam em aumento dos volumes da chuva e vazão, quando a bacia esteve sob influência do fenômeno, houve elevadas precipitações, destaque para o ano de 1989, alçando valores muito elevados. No período de 1981 até 2019, houve a ocorrência cinco La Niña alternados entre condições moderadas e fortes. O El Nino diminuiu os volumes de precipitação e vazão nos seus anos de ocorrência, alternados entre moderado e forte, com anos muito e extremamente secos como mostra o Gráfico 11 de anomalia de precipitação da BHRO.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade do total anual da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Oiapoque – BHRO, por meio da estação climatológica para o período de 1981 a 2019 mostrou que os períodos com maior volume de precipitação na bacia foram os anos 1989, 1990, 2000, 2017 e 2018, com médias superiores aos 4.000 mm de chuva. As menores variabilidade correspondem aos anos de 1983 (2.370mm); 1995 (2.444mm) e 2019 (1.853mm).

Comparando os valores do fluxo hídrico da bacia, observaram-se uma condescendência, na medida que os volumes de precipitação aumentam o volume da água dentro do conjunto hídrico responde com aumento da cota e vazão.

Com isso, períodos de excesso de precipitação tendem a ser seguidos por períodos de escoamento acima da média (MARENGO et al., 1998), e as mudanças nos extremos de descarga estão relacionadas à variabilidade regional da chuva.

As medições de precipitação e vazão estão ligadas ao deslocamento da ZCIT e os fenômenos do El Niño e La Niña. As vazões estão associadas com os eventos atmosféricos e comportamento dos elementos do clima vigentes na costa amazônica, tais como a ZCIT, características da temperatura e direção dos ventos e precipitação, por ouro lado os anos com maior variabilidade climática apresentam fortes relações com os eventos de El Niño e La Niña. Estes resultados mostram o papel dessas forçantes para a precipitação na área da bacia assim influenciando o fluxo hídrico.

A variabilidade do clima na BHRO apresentou anomalias positivas e negativas, utilizamos o Índice de Anomalia de Chuva – IAC, que permitiu identificar mudanças nos

padrões de chuva dentro da bacia hidrográfica do rio Oiapoque existindo anos extremamente chuvosos e secos com alternância de três anos em média entre anomalias positivas e negativas de precipitação. Estes anos estiveram sob influência do El Niño e La Niña.

Em síntese, os resultados mostrados neste trabalho definem a contribuição destes eventos extremos na determinação da variabilidade climática e nos padrões fluviométricos sobre a bacia do rio Oiapoque. Com isso o entendimento dos elementos de entrada líquida no fluxo hídrico de uma bacia hidrográfica é muito importante, devido ao fato deste conhecimento auxiliar no planejamento para gestão dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília, 2011. Disponível em:<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>. Acesso em: 19/08/2020.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Estimativas de precipitação da estação Pluviométrica do Oiapoque. 2020**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>. Acesso em: 19/08/2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Plano nacional de integração hidroviária**. 2013.

AUGUSTINUS, P. G. E. F; HAZELHOFF, L. KROON, A. The chenier coast of Suriname: Modern and geological development. **MAR GEL**. Volume 90, Issue 4, 30 December 1989.

ALLISON, M.A; NITTROUER, C.A; KINEKE, G.C; STERNBERG, R.W. (1994) Use of an instrumented tripod system to examine sediment dynamics and fine-scale strata formation in muddy surfzone and nearshore environments. **Journal of Coastal Research**. 10:488–496.

ALMEIDA, C. S; RAUBER, A. L. Oiapoque, aqui começa o Brasil: a fronteira em construção e os desafios do Desenvolvimento Regional. **Redes** - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, janeiro-abril, 2017.

ANGELIS, C. F.: **Análise dos sistemas precipitantes no Brasil a partir de dados processados em um integrados de informações adquiridas por pluviômetros, satélites, rede de relâmpagos e radares meteorológicos-PRECIBRA**. Projeto de Pesquisa. CPTEC-INPE, 2006.

ARAÚJO, L. E., Moraes Neto, J. M., & Sousa F. A. S. Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista de Engenharia Ambiental**, 6(3), 508-523. 2009.

ANTHONY, E. J.; GARDEL, A. and GRATIOT, Nicolas. **Fluvial sediment supply, mud banks, cheniers and the morphodynamics of the coast of South America between the Amazon and Orinoco river mouths**. Geological Society, London, Special Publications, first published. September 2, 2013; DOI 10.1144/SP388.8.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BEAUDOUIN, Morgane; RIEUBLANC, Eve; BOYER, Sandie (Coord.). **Guiana**

Francesa – Amapá: Melhor estruturar os territórios para intensificar os intercâmbios. Tradução R. Laurent. Sage: Guyama280, 2011.

BOAVENTURA, F. M. C; NARITA, C. Geomorfologia da Folha NA/NB-22-Macapá. In: **PROJETO RADAM**. Folha NA/NB-22-Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação euso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, v.6).

BUGNICOURT, Pierre; GUITET, Stéphane; SANTOS, Valdenira; BLANC, Lilian; SOTTA, Eleneide; BARBIER, Nicolas; COUTERON, Pierre. (2018). Using textural analysis for regional landform and landscape mapping, Eastern Guiana Shield. **Geomorphology**. 317. 10.1016/j.geomorph.2018.03.017. CPTEC/INPE.2016. El Niño e La Niña. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/enos/>. Acesso em: 17/09/2020.

DUARTE, Cristiana Coutinho. **Análise dos impactos das mudanças climáticas no escoamento superficial da bacia hidrográfica do rio Tapacurá-PE, a partir da utilização de um modelo de balanço hídrico mensal semidistribuído.** Cristiana Coutinho Duarte. Recife: O Autor, 2009. 124 folhas: il., fig., tab. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia, 2009.

FERREIRA, D. B. S. **Eventos extremos da zona de convergência intertropical sobre o atlântico durante o período chuvoso da Amazônia oriental**. Dissertação de mestrado. Programa de pós – Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará/ Programa de pós – Graduação em Ciências Ambientais. Belém. P. 19, 22, 2008.

GUITET, S., CORNU, J-F., BRUNAUX, O., BETBEDER, J., CAROZZA, J-M., RICHARD-HANSEN C., 2013. Landform and 739 landscape mapping, French Guiana (South America). **Journal of Maps** 9(3), 325-335.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **O Rio Oiapoque**. 1964.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativa populacional**. Amapá. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de vegetação brasileira**. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados de temperatura e umidade relativa**.2013. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 20/03/2020.

INSEE – Institut National de la Statistique et des Études Économique. **Guyane.** Disponível em: <http://www.insee.fr/fr/regions/guyane/>. Acesso em 27 jan. 2020.

LIMA, M. I. C; BEZERRA, P. E. L.; ARAÚJO, H. J. T. Sistematização da geologia do estado do Amapá. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA**, 3., 1991, Belém. Anais. Belém: SBG-Núcleo Norte, 1991. p. 322-335.

MARENGO, JA, TOMASELLA J, UVO CR. 1998. Trends in streamflow and rainfall in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil, and northwestern Peru. **Journal of Geophysical Research**: Atmospheres 103(D2): 1775–1783. DOI: 10.1029/97JD02551.

MINISTÈRE DE L´ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE

L`ÉNERGIE. **L`évaluation préliminaire des risques d´inondation 2011**: basin Guyane. Version V. 01. 2012.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. El Niño & La Niña (El Niño-Southern Oscillation). **Climate Variability**: Oceanic Niño 2014. Index. Disponível em: <https://www. https://www.climate.gov/enso>. Acesso em: 17/09/2020.

OLIVEIRA, G. M.; BARROS, A. C.; EVANGELISTA, J. E.; SANTOS, A. R. B.; HAIMOVICI, M.; FISCHER, L. G. Prospecções na região norte. In: HAMOVICI, M. (Org.). **A prospecção pesqueira e abundancia de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990**: Levantamento de dados e avaliação crítica. Brasília: MMA/ SMCQA, 2007.

PAGET, D. (1999). **Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais**: réflexion méthodologique et application [Diversidade espacial dos ecossistemas florestais na Guiana Francesa: método de estudo e aplicação] . Doutorado não publicado, ENGREF, Nancy (França).

PALHARES, J. M; GURRA, A. J. T. Potencialidades no Município de Oiapoque, Amapá, para o Desenvolvimento do Geoturismo. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N.2, p. 51-72, 2016. ISSN 2237-3071.

REBOITA, M. S; GAN, M.A; PORFÍRIO, R. Rocha da; AMBRIZZI, T. 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo (DCA / USP), São Paulo, SP, Brasil Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2 185–204.

RONCHAIL, J; LABAT, D; CALLEDE, J; COCHONNEAU, G; GUYOT, J; FILIZOLA, N; De OLIVEIRA, E. Discharge variability within the Amazon basin. In: **Regional Hydrological Impacts of Climatic Change:** Hydroclimatic Variability 296(April): 21–29. 2005.

ROIG, J.Y; MOISAN, M. (2011). **Inventaire du patrimoine géologique de la Guyane** – Partie 2. Rapport BRGM/ RP-60644-FR. 67 p., 10 fig., 3 tab, 2 ann.

ROOY, M. P. VAN. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**. Notes, 14, 43, 1965.

SANTOS, V. F; MENDES, A. C; SILVEIRA, O. F. M. **Atlas de sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo da Bacia Marítima da Foz do Amazonas**. 1 ed. – Macapá: IEPA, 2016.

SANTOS, Valdenira Ferreira dos. **Ambientes costeiros amazônicos**: avaliação de modificações por sensoriamento remoto/ Valdenira Ferreira dos Santos. – Niterói: s.n., 2006.

SILVA, L. M.; PORTELA, B. T. T. Um estudo da precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na costa norte-nordeste do Brasil. In: **XIV Congresso Brasileiro da Meteorologia**, 2006, Florianópolis-SC. Disponível em: <http://cbmet.com/cbm-files/14-d8543d98ead52056948606c2eede7c97.pdf>. Acesso em 06/10/2020.

SILVEIRA, O. F.; SANTOS, V. F., 2006. Aspectos Geológicos-Geomorfológicos da Região Costeira entre o Rio Amapá Grande e a Região dos Lagos do Amapá. In: **Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO**. Macapá, AP. Relatório Técnico-Científico Meio Físico.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: UFPR. 2004. 195p.

THÉVENIAUT; Hervé; DELOR, Claude. Le paléomagnétisme du Bouclier des Guyanes: état des connaissances et analyse critique des données. **Géologie de la France**, 2003, n° 2-3-4, 59-82, 11 fig., 2 tabl.

TOSTES, J. A; FERREIRA, J. F. C. Amapá (Brasil) e Guiana Francesa (França): definindo o corredor transfronteiriço. PRACS: **Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP.** Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/>. pracs ISSN 1984-4352 Macapá, v. 9, n. 3, p. 73-97, dez. 2010.

WELLS, J. T.; COLEMAN, J. M. (1978). Nearshore suspended sediment variations, central Surinam coast. **Mar Geol** 24: 47-54. DOI: 10.1016/0025-3227(77)90069-X.

Revista Ciência Geográfica

Ensino - Pesquisa - Método

Corpo de Pareceristas/Referees' Board

1- Fundamentos e Pesquisa em Geografia:

Prof. Dr. Carlos José Espíndola (UFSC/Florianópolis – SC – Brasil)
Prof. Dr. Gil Sodero de Toledo (USP/São Paulo – SP – Brasil)
Prof. Dr. Lucas Labigalini Fuini (IFSP/São João da Boa Vista – SP – Brasil)
Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói – RJ – Brasil)
Prof. Dr. Zeno Soares Crocetti (UNILA/Foz do Iguaçu – PR – Brasil)

2- Geografia Humana:

Prof. Dr. Antonio Thomaz Júnior (UNESP/Presidente Prudente – SP – Brasil)
Prof. Dr. Edson Belo Clemente de Souza (UEPG/Ponta Grossa – PR – Brasil)
Profª. Drª. Franciele Miranda Ferreira Dias (SEE/Ourinhos – SP – Brasil)
Profª Drª Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Prof. Dr. Nelson Rego (UFRGS/Porto Alegre – RS – Brasil)
Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói – RJ – Brasil)

3- Geografia Física:

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho (UFES/Vitória – ES – Brasil)
Prof. Dr. Humberto Alves Barbosa (UFAL/Maceió – AL – Brasil)
Prof. Dr. Lucivânio Jatobá (UFPE/Recife – PE – Brasil)
Profª Drª Nilza Aparecida Freres Stipp (UEL/Londrina – PR – Brasil)
Profª Drª Patrícia Helena Mirandola Garcia (UFMS/Três Lagoas – MS – Brasil)

4- Ensino e Aprendizagem de Geografia:

Prof. Dr. Genylton Odilon Rego da Rocha (UFPA/Belém – PA – Brasil)
Profª Drª Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Ijuí – RS – Brasil)
Prof. Dr. José Misael Ferreira do Vale (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Profª. Drª Lana de Souza Cavalcanti (UFGO/Goiânia – GO – Brasil)
Prof. Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza/Lins – SP – Brasil)
Profª Drª Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Profª Drª Silvia Aparecida de Sousa Fernandes (UNESP/Marília – SP – Brasil)
Profª. Drª Sonia Maria Vanzella Castellar (USP/São Paulo – SP – Brasil)
Profª Drª Thiara Vichiato Breda (UNIFEESPA/Xinguara – PA – Brasil)

Corpo de Consultores (ad hoc)

Prof. Dr. Adnilson de Almeida Silva (UNIR/Porto Velho – RO – Brasil)
Prof. Dr. Celbo Antonio Fonseca Rosas (UEPG/Ponta Grossa – PR – Brasil)
Profª Drª Célia Alves de Souza (UNEMAT/Cáceres – MT – Brasil)
Dr. Danton Leonel de Camargo Bini (IEA/Araçatuba – SP – Brasil)
Prof. Dr. Edson Luís Piroli (UNESP/Ourinhos – SP – Brasil)
Prof. Dr. Elvis Christian Madureira Ramos (UFMS/Corumbá – MS – Brasil)
Profª Drª Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Ijuí – RS – Brasil)
Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira (UFGO/Goiânia – GO – Brasil)
Profª. Drª Jeani Delgado Paschoal Moura (UEL/Londrina – PR – Brasil)
Profª Drª Lisandra Pereira Lamoso (UFMS/Dourados – MS – Brasil)
Profª. Drª Lucy Ribeiro Ayach (UFMS/Aquidauana – MS – Brasil)
Profª. Drª Márcia Siqueira de Carvalho (UEL/Londrina – PR – Brasil)
Prof. Dr. Marcos Aurélio da Silva (UFSC/Florianópolis – SC – Brasil)
Profª. Drª Maria José Martinelli S. Calixto (UFMS/Dourados – MS – Brasil)
Prof. Dr. Paulo Roberto Joia (UFMS/Aquidauana – MS – Brasil)
Prof. Dr. Ricardo Castillo (UNICAMP/Campinas – SP – Brasil)
Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione (UNESP/Tupã – SP – Brasil)
Prof. Dr. Rodrigo Penna-Firme (PUC/Rio de Janeiro – RJ – Brasil)
Prof. Dr. Roberto Braga (UNESP/Rio Claro – SP – Brasil)
Prof. Dr. Saint-Clair Cordeiro da Trindade Júnior (UFPA/Belém - PA – Brasil)

Normas para apresentação dos originais para publicação

1 - A Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA – Ensino, Pesquisa e Método é a publicação eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP. Recebe e publica artigos inéditos e resenhas elaboradas por geógrafos, estudantes de pós-graduação, professores de Geografia da educação básica e superior e ou de ciências afins.

2 - Os artigos serão publicados a partir de revisão realizada dentro das normas técnicas do periódico, podendo conter, no mínimo 10 (dez) e no máximo 40 (quarenta) páginas, incluindo resumos e referências bibliográficas. Os títulos, resumos e palavras-chave dos respectivos artigos deverão vir em língua portuguesa, inglesa e espanhola ou francesa.

2.1 - Os artigos deverão ser revisados por profissional de Língua Portuguesa antes de envio para avaliação e publicação (ENVIAR DECLARAÇÃO EM ANEXO).

3 - A Revista Ciência Geográfica publica artigos em Português, Inglês, Francês e Espanhol sobre Geografia ou de ciências afins dentro das modalidades a seguir:

3.1 - Artigos originais: texto inédito que seja resultado de investigação científica e/ou tecnológica, projeto de qualquer natureza ou notas de pesquisa de campo;

3.2 – Não publicamos artigos oriundos de Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação (TCC). O estudante de graduação, contudo, poderá enviar artigos na qualidade de coautor do texto elaborado por mestres ou doutores que aparecerão como autores principais.

3.3 - Notas de pesquisa de campo: sistematização de dados ou informações inéditas colhidas em campo. Mínimo de 8 (oito) e máximo 25 (vinte e cinco) páginas, incluindo resumos e referências bibliográficas;

3.4 - Artigos sobre Educação: trabalhos de pesquisas desenvolvidos no âmbito da educação básica e superior de Graduação e Pós-Graduação, relacionados com o ensino de Geografia ou de ciências afins;

3.5 - Artigos sobre assuntos relevantes de interesse geral da Geografia ou de ciências afins;

3.6 - Artigos de revisão destinados à apresentação do progresso em área específica da Geografia;

3.7 - Resenhas sobre textos clássicos ou de referência para os estudos de Geografia ou de ciências afins (no máximo de 1.200 palavras);

3.8 - Cartografias, imagens e outras expressões gráficas: mapas, gráficos e outras figuras em que se descrevam a metodologia ou o modo de criação (softwares, técnicas etc.) (no máximo de 1.200 palavras);

3.9 - Artigos didáticos-pedagógicos sobre temas relacionados à Geografia ou de ciências afins, empregados na prática docente, que serão incluídos na seção "A Sala de Aula", sendo no máximo cinco artigos por edição da Revista, com mínimo de 8 (oito) e máximo de 12 (doze) páginas.

4 - Os artigos submetidos deverão ter no máximo 4 autores. Artigos com mais autores serão desclassificados automaticamente.

4.1 - Para a análise, o artigo será encaminhado pelos Editores da Revista aos avaliadores ad hoc, mas sem conter o nome dos autores. Caso existam críticas ou sugestões dos avaliadores, o artigo será remetido pelos Editores ao(s) autor(es) para que se procedam as alterações solicitadas.

4.1.1 - Quando houver referência ao próprio autor, usar-se-á a forma (Autor, ano).

4.2 - Um Autor só pode voltar a publicar na Revista Ciência Geográfica após haver transcorrido seis meses de sua última publicação.

5 - Direitos autorais: Ao submeter um artigo para a Revista Ciência Geográfica, o(s) Autor (es) assume(m) que a contribuição é original e inédita. Que não está em processo de avaliação ou foi publicada em outra revista, no mesmo formato, sem a permissão por escrito dos editores. Quando um artigo com mais de um Autor subentende-se que o responsável pela submissão tem o consentimento dos demais Autores.

6 - A apresentação dos originais deve obedecer, obrigatoriamente, ao que se especifica a seguir:

a) O artigo deverá ser remetido via "e-mail" em arquivo anexado, gravado em formato DOC (não DOCX) em quaisquer dos aplicativos de edição de textos a seguir: Microsoft Word, OpenOffice, BrOffice, LibreOffice. A página será de tamanho A4, fonte Arial, corpo 12, entrelinhas com espaçamento 1,5 cm, margens com 2,5 cm e sem número de página;

b) Título em caixa alta e negrito. Subtítulo em fonte de corpo 10;

c) Identificação dos Autores, abaixo do título e subtítulo;

d) Referência, sobre o(s) Autor(es) no rodapé da primeira página do texto;

e) Artigos contendo mapas, tabelas, gráficos ou figuras só serão aceitos com os artigos devidamente "escaneados" na resolução de 300 dpi's para tamanho de área igual ou maior que 10x15 cm; caso sejam menores do que 10x15 cm, deverão ser "escaneados" com resolução de 600 dpi's;

g) Fotos deverão ter a resolução mínima de 3MP (Megapíxel) para o formato original da câmera digital ou devidamente "escaneadas" na resolução de 300 dpi's para tamanho de área igual ou maior que 10x15 cm; caso sejam menores do que 10x15 cm, deverão ser "escaneadas" com 600 dpi's, gravados com extensão JPG, TIF ou PNG.

h) Notas relativas ao texto, identificadas numericamente, serão apresentadas obrigatoriamente ao final do texto, antes das referências bibliográficas.

i) O resumo poderá ter o máximo de 150 palavras; nas palavras-chave, apenas de 3 a 5 palavras.

7 - Idioma da submissão do resumo. Será obrigatório em três idiomas:

a) em português;

b) em Inglês;

c) em espanhol ou francês.

8 - Citações:

8.1 - Todas as citações devem constar o sobrenome do Autor e o ano da publicação;

8.2 - Citações literais devem constar também o número da(s) página(s) onde ocorrem;

8.2.1 - Citações literais de até três linhas serão registradas no corpo do parágrafo, entre aspas e sem itálico;

8.2.2 - Citações literais com mais de três linhas serão registradas com recuo à esquerda de 4 cm, em corpo 11, entrelinha simples, sem aspas e sem itálico.

9 - Referências:

A indicação bibliográfica (se houver) após o texto, será registrada em ordem alfabética, obedecendo as normas da ABNT:

9.1 - Livro: SOBRENOME, nomes. Título do livro: subtítulo (se houver). Edição (se houver). Local de Publicação: Editora, ano da publicação. No caso de autoria coletiva, devem constar os nomes do(s) organizador(es);

9.2 - Artigo: SOBRENOME, I. N. A. Título do artigo. Título do periódico, Cidade, volume, número, páginas (inicial e final), mês, ano.

9.3 - Tese/dissertação/monografia: SOBRENOME, I. N. A. Título: subtítulo. Tese/Dissertação/Monografia (Doutorado/Mestrado/Graduação em [Área de Conhecimento]) – Instituto/Faculdade, Universidade, Cidade, ano.

10 - A ordem de publicação dos trabalhos é de competência exclusiva dos Editores da revista e do conselho editorial. A ordem de publicação levará em conta:

a) data da apresentação dos originais obedecidas as normas acima;

b) temática atual, envolvendo interesse científico, didático, de divulgação, extensão, afinidade com outros artigos e retomada de abordagens dos temas e situações afins;

c) disponibilidade de espaço em cada edição do periódico.

11 - As opiniões expressas nos artigos são de inteira responsabilidade dos respectivos Autores.

12 - Dado o caráter não lucrativo do periódico, os Autores não são ressarcidos pela publicação dos artigos.

13 - Os artigos devem ser encaminhados para os seguintes endereços eletrônicos: agb@agbbauru.org.br ou lourenco.junior@fatec.sp.gov.br

14 - ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP
CNPJ 00.407.524/0001–00
Rua Pedro Oliveira Tavares, 2-148 – Jardim Colonial
Bauru – SP – CEP 17047-595
Fone: (14) 99711-1450 (Prof. Lourenço Magnoni Júnior)

E-mail: agb@agbbauru.org.br

Site: https://www.agbbauru.org.br

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

CIÊNCIA Geográfica

ENSINO - PESQUISA - MÉTODO

Editora Saraiva

associação dos geógrafos brasileiros
AGB Seção Bauru