

Lourenço Magnoni Júnior
David Stevens
Eymar Silva Sampaio Lopes
Evandro Antonio Cavarsan
José Misael Ferreira do Vale
Maria da Graça Mello Magnoni
Tabita Teixeira
Wellington dos Santos Figueiredo

Organizadores

***REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A
RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL E URBANO***

1ª EDIÇÃO

SÃO PAULO
CENTRO PAULA SOUZA
2017

Expediente:

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Diretora Superintendente:

Laura Laganá

Vice-Diretor Superintendente:

Luiz Antonio Tozi

Unidade de Ensino Superior de Graduação - CSEU

Coordenador:

André Alves Macêdo

Unidade de Ensino Médio e Técnico - CETEC

Coordenador

Almério Melquiades de Araújo

Agência de Inovação INOVA Paula Souza

Diretor:

Mauro Zackiewicz

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

Diretora:

Gláucia Rachel Branco Castro

Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais da Agência de Inovação INOVA Paula Souza - Cabralia Paulista - SP

Coordenadores:

Lourenço Magnoni Júnior

Wellington dos Santos Figueiredo

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

Senior Programme Management Officer:

David Stevens

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Diretor:

Ricardo Magnus Osório Galvão

Chefe da Divisão de Processamento de Imagens (DPI)

Lúbia Vinhas

Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru)

Diretor:

Elian Alabi Lucci

Revisão:

José Misael Ferreira do Vale (UNESP Bauru)

Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza)

Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP Bauru)

Wellington dos Santos Figueiredo (Etec Cabralia Paulista)

Normatização bibliográfica:

Bibliotecária Rosicler Sasso Silva (CRB/8-5631) - Faculdade de Tecnologia de Lins - SP

Corpo Editorial:

Direção:

Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza)

Ms. Wellington dos Santos Figueiredo (Centro Paula Souza)

Conselho:

Dr. **Cláudio Artur Mungófi** (Faculdade de Letras e Ciências Sociais da Universidade Eduardo Mondlane - Maputo - Moçambique)

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

Dr. **Eduardo Soares Macedo** (Pesquisador IPT - São Paulo - SP)

Dr. **Eronildo Braga Bezerra** (Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM - Manaus - AM)

Dr. **Eymar Silva Sampaio Lopes** (Pesquisador INPE - São José dos Campos - SP)

Dr. **Fábio Betioli Contel** (Professor do Departamento de Geografia da FFLCH/USP)

Dr. **Humberto Alves Barbosa** (Professor do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas - UFAL)

Dr. **João Carlos Cury Saad** (Professor e diretor da Faculdade de Ciências Agronômicas - Campus de Botucatu - UNESP)

Dr. **Joseph Dean Straubhaar** (Professor de Comunicação - University of Texas - Austin Texas/USA)

Dr. **José Misael Ferreira do Vale** (Departamento de Educação UNESP - Bauru - SP)

Dr. **José Mauro Palhares** (Departamento de Geografia UFAP - Olapoque - AP)

Dr. **Ladislau Martin Neto** (Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa - Brasília - DF)

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

Dr. **Lucivânio Jatobá de Oliveira** (Professor adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Dr. **Marcos David Ferreira** (Pesquisador da Embrapa Instrumentação - São Carlos - SP)

Dr.^a **Maria Laura Silveira** (Professora do Instituto de Geografia da Universidade de Buenos Aires)

Dr.^a **Maria Mônica Arroyo** (Professora do Departamento de Geografia da FFLCH/USP)

Dr. **Oswaldo Massambani** (Professor IAG/USP e ex-Diretor da Agência de Inovação INOVA Paula Souza do Centro Paula Souza)

Dr. **Rodrigo Lilla Manzione** (Professor da UNESP Campus experimental de Quirinhos e do Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UNESP/FCA de Botucatu)

Dr.^a **Rosario Maldonado** (Professora de Geografia Urbana - Universidad Nacional - Mar del Plata - Argentina)

Dr. **Ruy Moreira** (Departamento de Geografia UFF - Niterói - RJ)

Dr.^a **Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruhá** (Pesquisadora e Chefe Geral da Embrapa Informática Agropecuária - Campinas - SP)

Dr. **Túlio Barbosa** (Professor do Instituto de Geografia a Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Campus Santa Mônica)

Dr. **Wilson Tadeu Lopes da Silva** (Pesquisador e Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação - São Carlos - SP)

Ilustrações da capa e miolo:

Tabita Teixeira - Jaú - SP

Diagramação:

Nilton de Araújo Junior

Impressão:

Superia Gráfica - (14) 3231-3636



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Direitos para esta edição foram cedidos pelos autores e organizador. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida ou compartilhada. Outra sem fins lucrativos e com distribuição gratuita. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Dados para catalogação

M198r Magnoni Júnior, Lourenço
Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano / organizado por Lourenço Magnoni Júnior, David Stevens, Eymar Silva Sampaio Lopes, Evandro Antonio Cavarsan, José Misael Ferreira do Vale, Maria da Graça Mello Magnoni, Tabita Teixeira e Wellington dos Santos Figueiredo. - São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.
214 p. il

ISBN: 978-85-99697-89-4

1.Redução do risco de desastres. 2.Resiliência no meio rural e urbano. I.Stevens, David. II.Lopes, Eymar Silva Sampaio. III.Cavarsan, Evandro Antoni. IV.Vale, José Misael Ferreira do. V.Magnoni, Maria da Graça Mello. VI.Teixeira, Tabita. VII.Figueiredo, Wellington dos Santos. VIII.Titulo.

CDD 363.7

Organizadores:

Lourenço Magnoni Júnior
David Stevens
Eymar Silva Sampaio Lopes
Evandro Antonio Cavarsan
José Misael Ferreira do Vale
Maria da Graça Mello Magnoni
Tabita Teixeira
Wellington dos Santos Figueiredo

***REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A
RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL E URBANO***

Instituições Parceiras:

Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação
INOVA Paula Souza do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho – Cabrália Paulista – SP
Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru)

SUMÁRIO

Apresentação	06
Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural	10
JOSÉ DALTON CRUZ PESSOA • WILSON TADEU LOPES DA SILVA	
A contribuição da educação e da inovação tecnológica para a resiliência	23
JAIR SANTORO • EDUARDO SCHMID BRAGA	
As geotecnologias no monitoramento, alerta e prevenção de desastres	31
EDSON LUÍS PIROLI	
Educação na prevenção de desastres, uma temática emergente e emergencial .	45
RACHEL TRAJBER • CAROLINA TOSETTO PIMENTEL • ANDRÉA ELIZA DE OLIVEIRA LUZ • PATRÍCIA MIE MATSUIO • DÉBORA OLIVATO • SILVIA MIDORI SAITO	
Geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental territorial: potencialidades e fragilidades	58
JURANDYR LUCIANO SANCHES ROSS • MARISA DE SOUTO MATOS FIERZ	
Sistema de alerta de monitoramento e prevenção de desastres, utilizando um sistema de Nowcasting	78
JOSÉ CARLOS FIGUEIREDO • ANDRÉ MENDONÇA DE DECCO	
A bacia hidrográfica do Rio Aquidauana e o Pantanal: o uso da geotecnologia como ferramenta para a gestão ambiental integrada	82
LUCY RIBEIRO AYACH • JAIME FERREIRA DA SILVA • VICENTINA SOCORRO DA ANUNCIÇÃO	

Compreendendo desastres naturais e mitigando seus efeitos: o ensino escolar de Geografia e os vendavais	101
FABIANA FERREIRA BORGES • NELSON REGO	
Prevenção e mitigação de desastres a partir do mapeamento de fragilidades	112
ANDRÉ LUIZ NASCENTES COELHO	
Resiliência das cidades frente às mudanças climáticas: o papel da agricultura urbana	123
GUSTAVO DA FONSECA	
A contribuição da educação e da inovação tecnológica para a resiliência	132
JOSÉ MISAEL FERREIRA DO VALE	
Mitigação de desastres naturais no semiárido brasileiro: políticas hídricas para resiliência à seca nos cariris paraibanos	138
CATARINA DE OLIVEIRA BURITI • HUMBERTO ALVES BARBOSA	
Agroflorestas e resiliência social	157
JOÃO CARLOS CANUTO	
A inclusão das pessoas com deficiência nos processos de redução de desastres: uma abordagem reflexiva	169
TABITA TEIXEIRA • DIEGO FERNANDO DO NASCIMENTO	
A contribuição da educação para a redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano	182
LOURENÇO MAGNONI JÚNIOR • MARIA DA GRAÇA MELLO MAGNONI • WELLINGTON DOS SANTOS FIGUEIREDO	
NOTA TÉCNICA - Plataforma de monitoramento ambiental TerraMA² – geração 4	197
EYMAR SILVA SAMPAIO • LOPES GILBERTO RIBEIRO DE QUEIROZ • FABIANO MORELLI	
Sobre os organizadores	213

APRESENTAÇÃO

O espaço geográfico é o reflexo materializado da sociedade, das suas práticas sociais e culturais bem como do seu nível de desenvolvimento científico, tecnológico, informacional e, conseqüentemente, do grau de inovação nele empreendido. Ele reflete, portanto, as características e as contradições resultantes das relações dos seres humanos entre si e com a natureza, tanto no meio rural quanto no urbano.

Diante do complexo contexto socioambiental do mundo contemporâneo globalizado, temos que refletir sobre fenômenos, tais com o aquecimento global, as mudanças climáticas e a redução do risco de desastres, tendo como fio condutor a educação, ciência, tecnologia, inovação e sustentabilidade tomando como referência central os valores e os sentidos que norteiam as concepções, os princípios, as propostas e práticas nos campos educacional, científico, tecnológico como parâmetro para avaliarmos as políticas necessárias para o alcance e a efetivação da resiliência no meio rural e urbano no decorrer do século XXI.

Em decorrência dessa necessidade e do nosso compromisso em atender aos objetivos e metas para os próximos 15 anos (2015-2030) estabelecidos na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução de Riscos de Desastres, realizada pela ONU no mês de março de 2015, na cidade de Sendai no Japão, precisamos refletir e, principalmente, tomar decisões que contribuam para a concretização das ações voltadas à resiliência no meio rural e urbano.

A realização do Simpósio Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano pelo Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação Inova Paula Souza do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), em 19 de agosto de 2015, no anfiteatro Lázaro Valdir Cavarsan, da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabralia Paulista – SP (Centro Paula Souza), configurou-se como um importante marco para fomentar um ciclo de debates fundamentais para pensarmos o presente e o futuro do país.

A articulação de um projeto de educação capacitado para atender à quantidade com qualidade é fundamental para o avanço da ciência, tecnologia e inovação

tecnológica e a consecução de uma sociedade resiliente, ou seja, uma sociedade que ao ser exposta a uma ameaça de desastre, esteja preparada para antecipar, resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se de seus efeitos, de maneira oportuna e eficaz, inclusive preservando e reestruturando suas estruturas e funções básicas, tendo como referência o desenvolvimento econômico, político, social e ambiental sustentável.

Com o objetivo de aprofundar a reflexão sobre questão de grande relevância para o homem do presente e do futuro, temos que entender a origem e evolução do debate sobre o desenvolvimento sustentável. Ele foi inserido pela primeira vez no contexto internacional durante a Conferência sobre o Meio Ambiente, realizada pela ONU no ano de 1972, na cidade de Estocolmo, na Suécia.

A ideia da ONU era promover o início do debate para subsidiar o desenvolvimento dos princípios norteadores necessários para construção da noção de sustentabilidade no campo econômico, político, social e ambiental, definindo novos padrões de produção e consumo para contrapor o modelo de produção capitalista globalizado utilitarista que dilapida os recursos naturais, degrada o meio ambiente, produz desigualdades e injustiças sociais, sem pensar que seguindo este ritmo, o amanhã não existirá.

Embora tenha entrado em pauta no início da década de 70 do século XX, o debate sobre o desenvolvimento sustentável ganha mais envergadura com a elaboração da Agenda 21, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992 (Rio 92).

Nos dias de hoje, a definição-referência sobre o termo desenvolvimento sustentável é a elaborada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMED) da Organização das Nações Unidas (ONU): *“desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações”*.

No mundo globalizado, da sociedade da informação e do conhecimento, a criatividade humana e a inovação científica e tecnológica são consideradas a mola precursora do avanço da economia criativa e competitiva, focada nos princípios da sustentabilidade para promover o manejo e o uso adequado dos recursos naturais, a reutilização e a reciclagem de diferentes tipos de materiais em favor da preservação da biodiversidade terrestre e da garantia de disponibilidade de recursos naturais para as futuras gerações.

Não temos dúvidas, assimilar e incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável é justificável, e mais do que legítimo. No entanto, a aceitação desses princípios não pode ocorrer dentro do contexto acrítico e alienador propagado pelo modo de produção predador e degradador do meio ambiente.

Como o conhecimento científico, tecnológico e informacional e a inovação são centrais na produção de riqueza e geração de emprego no decorrer do século XXI, para rompermos com as velhas estruturas degradadoras e segregadoras, temos que mudar a forma de pensar e agir do homem, para que o novo seja realmente o motor das mudanças e das transformações necessárias para a superação da visão utilitarista de

natureza, concebida a partir do início da Revolução Industrial, e para construção de uma sociedade sustentável, tanto campo econômico e político quanto no social, cultural e ambiental, isto é, uma sociedade criativa, inovadora e resiliente.

A construção da cultura para a sustentabilidade necessária para a consolidação da sociedade resiliente, passa pela educação, pelo ensino interdisciplinar, pela pesquisa de aplicação científica e tecnológica, pautadas pela preocupação com a discussão e com a formação para os valores e comportamentos que devem nortear as práticas sociais.

A proposta de trabalhar com projetos de ensino de aplicação técnico-científica não é algo novo. Porém, como estamos no mundo globalizado, balizado pela complexidade e flexibilidade do contexto científico e tecnológico da terceira revolução industrial, o desenvolvimento do ensino de aplicação proporcionaria um ambiente favorável à construção do conhecimento significativo necessário para promover a articulação entre a teoria e a prática, aproximando o mundo da escola do mundo do trabalho e da produção, promovendo o saber crítico-reflexivo necessário para a consecução da consciência socioambiental de que precisamos para consolidar o desenvolvimento sustentável e a inovação tecnológica no decorrer do século XXI.

A conscientização socioambiental construída no bojo de um projeto do ensino de aplicação técnico-científica facilitaria a análise sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Diante da necessidade da discussão dessas questões de grande relevância para o presente e o futuro da humanidade, o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), tem incentivado e apoiado a realização de reuniões estaduais, regionais e locais para refletir sobre a redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano e a implementação do Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres no período de 2015-2030 no Brasil.

Atentos a essa demanda, o Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação Inova Paula Souza do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Embrapa Instrumentação de São Carlos – SP, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), a Regional de Defesa Civil (REDEC I7 – Bauru), a Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista – SP (Centro Paula Souza), a Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru), a Coordenação da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - Região de Bauru do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e Inovação (MCTIC) e a Prefeitura Municipal de Cabrália Paulista – SP, através de sua Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), realizaram, no dia 19 de agosto de 2015, o Simpósio: Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano.

Além dos parceiros mencionados anteriormente, a realização do Simpósio contou com o valioso apoio do Jornal da Cidade de Bauru, da Faculdade de Tecnologia de Lins (Fatec) e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Bauru.

Para socializarmos o valioso conhecimento apresentado pelos palestrantes das mesas-redondas do Simpósio: Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano e por outros pesquisadores convidados, o Centro Integrado de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação INOVA Paula Souza do Centro Paula Souza por meio de ação conjunta com o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru), conceberam o livro: **Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano**, visando fomentar o debate sobre a implementação do Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030, a sustentabilidade econômica, política, social e ambiental, a difusão, a popularização e a democratização do acesso à ciência, tecnologia e inovação.

O livro conta com artigos críticos-reflexivos de estudiosos e pesquisadores de renome nacional e internacional que dirigem o olhar para a questão da redução do risco de desastres e a sustentabilidade no mundo globalizado; são abordadas questões como:

- 1) Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano;
- 2) A geotecnologia no monitoramento, alerta e prevenção de desastres;
- 3) A contribuição da educação e da inovação tecnológica para a resiliência;
- 4) A implementação do Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres no período de 2015/2030 no Brasil, entre outras.

O livro, agora tornado público por meio da comunicação impressa e digital, converte-se em importante objeto de leitura e estudos para alunos e professores da Educação Básica e Superior e pelo público em geral, interessado na reflexão sobre aquecimento global, mudanças climáticas, geotecnologia, monitoramento e alerta sobre eventos climáticos extremos, ciência, tecnologia, informação, inovação e redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano, enfim, questões postas a serviço do bem-estar do ser humano, num mundo globalizado marcado por conflitos e desigualdades de diferentes matizes políticos e ideológicos.

Boa leitura!

Os Organizadores

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL

José Dalton Cruz Pessoa¹

Wilson Tadeu Lopes da Silva²

Este artigo é baseado na apresentação de um dos autores (José Dalton Cruz Pessoa) no simpósio Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano, cujo objetivo foi refletir sobre o tema e sobre a implementação do Marco de Sendai no período de 2015/2030 no Brasil.

Sendo a Embrapa uma empresa preocupada com a produção, produtividade e sustentabilidade no campo, a ocorrência de desastres no meio rural é um assunto pertinente ao seu escopo de trabalho e, pelo impacto potencial, merece atenção cautelosa, razão pela qual recebemos o honroso convite para participar daquele evento que teve lugar na Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, de Cabrália Paulista - SP. Dessa forma, o simpósio colabora com as metas do Marco de Sendai, que nasceu como resposta ao risco de desastres e seus impactos em uma economia globalizada formada por sociedades perigosamente interdependentes e expostas.

Apesar de vital importância, o risco de desastres e a resiliência do meio rural não são assuntos amplamente discutidos pela população em geral, por isso, os autores optaram por primeiro apresentar conceitos básicos e as forças motivadoras dos estudos sobre a redução do risco de desastres, para só então, expor uma abordagem conceitual para o tema, os estudos prospectivos da Embrapa e algumas tecnologias pertinentes ao assunto.

1 Graduado em física teórico-experimental e mestre em Física Aplicada (1994), ambos pela USP. Doutor em Ciências pela UFSCar (1999) e MBA pela FGV em Gestão de Empresas (2009). Pesquisador da Embrapa Instrumentação desde 1989 e orientador no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da UFSCar. E-mail: jose.pessoa@embrapa.br.

2 Graduado em Química pela Universidade de São Paulo, com mestrado e doutorado (Ciências/Química Analítica) pela mesma instituição. Fez parte do seu trabalho de doutorado na Universidade de Nantes, França. Atualmente é Pesquisador A e Chefe-adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação. Tem experiência nas áreas de Química Analítica e Química Ambiental, aliadas aos aspectos da sustentabilidade agropecuária. É membro efetivo da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS). Atualmente é orientador credenciado no Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo. E-mail: wilson.lopes-silva@embrapa.br.

1 Conceitos básicos

Risco

O dia a dia está repleto de eventos. A maioria é tão comum que não recebe atenção especial, como a iluminação solar e a brisa. Outros eventos, mais esporádicos como os eclipses, recebem atenção pela raridade, mas afetam relativamente pouco o cotidiano da população em geral. Há eventos que nem se sabe possíveis, como, por exemplo, a extinção da humanidade causada pelo impacto de corpos celestes, considerando as populações do ano 1000 d.C. Ou seja, a impressão ou juízo intuitivo sobre a natureza, magnitude e gravidade de um determinado risco, baseado no repertório de conhecimento acadêmico, político e moral definem para o indivíduo a sua Percepção do Risco.

Com a ampliação do conhecimento disponível, a análise crítica, mas criativa dos fenômenos físicos, químicos e biológicos, aumentou nossa capacidade de identificar eventos possíveis, avaliar o impacto de eventos esporádicos e o efeito da alteração ou interrupção de eventos comuns. De acordo com Castro (1998), a probabilidade, quantificável ou não, de ocorrência do evento é o que se chama de “risco”. Ousamos dizer que a Percepção do Risco para a população em geral estaria mais associada ao produto do Impacto-negativo com a Probabilidade. A alta probabilidade de ocorrência de um verão com temperatura média histórica não tem impacto na rotina histórica, portanto risco zero, enquanto a baixa probabilidade de um deslizamento de terra em área urbana tem um grande impacto na vida das famílias afetadas, portanto alto risco. Assim, a definição de risco é melhor contextualizada neste artigo quando se estabelece que o impacto é negativo e variável com a probabilidade.

Outros conceitos associados a risco também são importantes para uma análise equilibrada do cenário, como o de *Risco Aceitável*, que sendo um risco pequeno frente aos benefícios do processo, os grupos sociais envolvidos estão dispostos a aceitá-lo (seria um risco aceitável acelerar no sinal amarelo para não ter que parar no sinal vermelho?), ou o *Risco Mínimo*, quando o risco é muito pequeno e a probabilidade de ocorrência ou os danos potenciais são muito pequenos, não motivando assim os grupos envolvidos a modificarem os sistemas ou atividades que o provoquem.

Por outro lado, há fatores inerentes ao processo que contribuem para aumentar a probabilidade de ocorrência do acidente como, durante o abastecimento de aeronaves, o transporte do material inflamável ou a pressão em caldeiras usadas no processo de esterilização de materiais diversos. Nesses exemplos, tanto o transporte quanto a pressão apresentam um *Risco Específico do Processo* (Fator REP). Somado ao *Risco Sistêmico* (que em finanças é também chamado de risco de mercado), chega-se ao *Risco Geral do Processo* (Fator RGP).

Ameaça, acidente e desastre

Se o risco trata, não de uma possibilidade futura, mas de um evento que pode acontecer a qualquer momento, isso caracteriza uma ameaça. Quando o risco ou a

ameaça se realizaram em um evento, podem ter-se tornado um acidente ou um desastre.

Um acidente é o resultado de uma sequência de erros; ocorre, por exemplo, quando um alpinista que além de não estar com saúde adequada, não se alimenta como deveria e por isso tem seu nível de atenção reduzido. Não estando na melhor forma, esquece de consultar a previsão do tempo e não é rigoroso na manutenção de todos os equipamentos e acessórios. No dia da escalada está estabelecido um conjunto de fatores de risco que, com o gatilho certo, pode levar a um acidente. Esse gatilho pode ser um Evento Adverso, isto é, um acontecimento que traz prejuízo ou infortúnio, ou um fenômeno causador de um desastre, como tempestades, terremotos, inundações, ressacas, furacões ou equivalentes menos intensos, como chuvas de granizo, temperaturas muito elevadas ou muito baixas, entre outros. Os eventos adversos são quantificados em função da sua magnitude.

Se, ao contrário, o alpinista estivesse em plena forma, todos os equipamentos em ordem, e ocorresse um tremor de terra durante a escalada levando-o a acidentar-se, seria um acidente de causas naturais. Mas se além disso, as pedras e a terra da montanha tivessem deslizado e soterrado um hotel, matando várias pessoas, seria um desastre. De acordo com o glossário da Defesa Civil, desastre, em uma definição finalista, é o *“Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”* (CASTRO, 2016). Os desastres podem ser classificados por intensidade em função dos prejuízos gerados, que dependem da magnitude do evento adverso e, principalmente, do grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado.

O interessante naquela definição é que o evento adverso pode ser de origem natural ou provocado pelo homem (MONTEIRO; PINHEIRO, 2012). Neste momento em que as observações confirmam os efeitos globais da interferência antrópica sobre os ecossistemas, mesmo um desastre dito natural pode ter sido induzido pelo homem. Curiosamente, a interferência no clima do planeta pode provocar tanto Desastres Súbitos (de evolução aguda), inesperados ou sazonais ou Desastres Graduais (de evolução crônica), caracterizados pelo agravamento progressivo, como a seca. A história do alpinista ilustra outra categoria de desastre em relação à evolução: os Desastres por Somação de Efeitos Parciais, caracterizados pela somação de erros, falhas ou acidentes menores.

Por isso, o entendimento mais raso de desastre como um evento inesperado e catastrófico pode ser repensado sob uma perspectiva sistêmica em que decisões, atores e eventos potenciais formam cenários mais ou menos propícios à ocorrência dos eventos indesejáveis.

Vulnerabilidade e resiliência

Os danos de um evento indesejável dependem da vulnerabilidade do sistema que, por sua vez, dependem das suas características intrínsecas, mas também da magnitude da

ameaça, ou seja: a Vulnerabilidade, avaliada em termos da intensidade dos danos prováveis, é função da relação entre a magnitude da ameaça e a capacidade do sistema de resistir a ela. Por exemplo, um solo exposto e em declive está muito mais vulnerável a uma chuva torrencial para a formação de uma voçoroca do que um solo em declive coberto por uma densa floresta.

Mas se o sistema já foi submetido a um desastre, desenvolve um processo de resiliência que depende (i) de fatores de risco e de proteção; (ii) de mecanismos mediadores que afetarão a intensidade, duração e avaliação dos fatores; (iii) de variáveis intrínsecas ao sistema e; (iv) da disponibilidade de recursos. A resiliência, portanto, vai além da capacidade do sistema de resistir ao evento e inclui também a capacidade de aprendizagem com situações de crise passadas (SOUZA, 2011).

O meio rural

A vulnerabilidade e a resiliência do meio rural são especialmente importantes porque, nesse meio, são desenvolvidas atividades importantes para a economia e para a subsistência da sociedade, como a: agricultura, pecuária, extrativismo, turismo e silvicultura. Além disso, é no meio rural que o cidadão, especialmente o urbano, realiza a conservação ambiental.

Cada sistema ou zona rural é definido por variáveis que o caracterizam. Em termos bem gerais, nesse meio, a população é esparsa e as distâncias são grandes, comparadas ao meio urbano, a lavoura está exposta às variações climáticas, os custos de manutenção são altos, as distâncias a serem percorridas são grandes e ligadas por vias de acesso, em geral, ineficientes.

O adensamento populacional, por exemplo, é um fator variável que, por ser baixo, é um mecanismo mediador que reduz a intensidade de fatores de risco como as pancadas de chuva que tanto afetam o meio urbano. Por outro lado, o meio rural é mais vulnerável à instabilidade térmica, um importante fator de risco que pode causar prejuízos consideráveis à agricultura.

2. Iniciativas globais para redução do risco

O Marco de Sendai

O Marco de Sendai 2015–2030 foi aprovado na Terceira Conferência Mundial das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, realizada na cidade de Sendai, Japão, de 14 a 18 de março de 2015. Esse documento representa um grande avanço sobre o Marco anterior (o Marco de Ação de Hyogo) e tem como meta alcançar nos próximos quinze anos a redução substancial dos riscos de desastres e perdas de vida, meios de subsistência e saúde e dos ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais das pessoas, empresas, comunidades e países.

O Marco de Sendai abrange riscos em pequenas e grandes escalas, de frequência intensa ou eventual, desastres súbitos e de caminhamento lento, causados pelos riscos naturais e os de ação antrópica bem como os riscos e perigos ambientais, tecnológicos e biológicos relacionados.

O novo Marco tem um foco maior na prevenção do risco, estabelece diretrizes principais, propõe sete metas, estabelece uma articulação clara entre as ações em nível nacional, local, regional e global, destaca as ações de reconstrução e saúde, e define as responsabilidades de todas as partes interessadas.

Com isso espera-se guiar o gerenciamento dos desastres a partir de um enfoque multirrisco e multissetorial. (Adaptado de UNISDR, 2016).

As sete metas são:

1. Reduzir substancialmente a mortalidade global por desastres até 2030, com o objetivo de reduzir a média de mortalidade global por 100.000 habitantes entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015;
2. Reduzir substancialmente o número de pessoas afetadas em todo o mundo até 2030, com o objetivo de reduzir a média global por 100.000 habitantes entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015;
3. Reduzir as perdas econômicas diretas por desastres em relação ao produto interno bruto (PIB) global até 2030;
4. Reduzir substancialmente os danos causados por desastres em infraestrutura básica e a interrupção de serviços básicos, como unidades de saúde e educação, inclusive por meio do aumento de sua resiliência até 2030;
5. Aumentar substancialmente o número de países com estratégias nacionais e locais de redução do risco de desastres até 2020;
6. Intensificar substancialmente a cooperação internacional com os países em desenvolvimento por meio de apoio adequado e sustentável para complementar suas ações nacionais para a implementação deste quadro até 2030;
7. Aumentar substancialmente a disponibilidade e o acesso a sistemas de alerta precoce para vários perigos e as informações e avaliações sobre o risco de desastres para o povo até 2030.

3 Forças motrizes no meio rural

As ações específicas para redução do risco de desastres são mais efetivas em um contexto definido, quando se sabe que tipo de desastre pode acontecer e a região. Para horizontes distantes, como 2030, e grandes extensões, como o Brasil, as decisões serão mais certas se precedidas de um estudo prospectivo para identificação dos cenários mais prováveis. Esses cenários estão sendo conformados por forças motrizes, algumas conhecidas e outras não.

O Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa colabora com a definição de ações estratégicas para o agronegócio para o que conta com o Observatório de Estudos e Tendências. Na Visão 2014-2034 (EMBRAPA, 2014) o observatório organiza as forças motrizes diretas e indiretas em três dimensões: Dimensão Geográfica, Dimensão Tecnológica e Dimensão Política e Social.

Não cabe aqui o detalhamento daquela visão, mas o documento aponta para cenários nos quais os fatores de risco e de proteção, os mecanismos mediadores e as variáveis intrínsecas são diferentes ou tem intensidades diferentes das atuais e, portanto, devem ser consideradas na definição de ações profiláticas.

Em relação à dimensão demográfica, espera-se que em 2030 o Brasil abrigue entre 216 milhões e 230 milhões de pessoas, das quais menos de 10% viverá no campo, atenuando o risco direto de morte causado por desastres no meio rural. Por outro lado, os demais 90% da população dependerão do campo para satisfazer necessidades básicas, com a produção de alimentos, fibra e energia renovável.

Várias implicações decorrem desse cenário, como: a sociedade terá mais integrados os conceitos de alimentação-nutrição-saúde para viver por mais tempo com saúde e, também, para o aumento do desempenho individual. Nesse aspecto, um desastre no meio rural, mesmo que não seja amplo suficiente para afetar a distribuição de alimentos básicos, pode impactar a qualidade de vida do cidadão, especialmente considerando-se a exaustão dos sistemas de saúde e previdência social.

Juntamente com o perfil demográfico, a intensificação das mudanças climáticas tornarão as condições no campo cada vez menos previsíveis e o trabalho no campo mais dependente de tecnologia, especialmente da mecanização, automação e precisão e manejo sítio-específico.

O estudo Visão 2014-2034 também organiza o nexos água-energia-alimentos para ressaltar a importância de uma abordagem sistêmica para os três recursos. Com isso, espera-se reduzir o risco de desastres multidimensionais, especialmente quando se considera a escassez crescente de água e a alta demanda hídrica da agricultura.

Outro fator de risco para o meio rural, com consequências desastrosas para o cidadão urbano, é a dependência de insumos importados e/ou derivados de fontes não renováveis. Nesse contexto, uma variável já anunciada desse cenário é a disponibilidade de Fosfato, essencial para a agricultura intensiva (VACCARI, 2009), (CORDELL; DRANGERT; WHITE, 2009).

4. Um modelo para descrever o futuro e seus riscos

Portanto, se um acidente pode ser o resultado de uma sequência de erros, um desastre poderia ser o resultado de uma sequência de ações que criam um cenário propício ao desastre. Então, como identificar esses cenários, ou seja, como estudar o futuro? Uma das abordagens é a visão prospectiva, cujo fundamento amplamente aceito é que o futuro é múltiplo e incerto.

Um dos principais idealizadores da Prospectiva definiu Cenário como “o conjunto formado pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura” (GODET, 1987). A complexa interligação dos infinitos eventos torna a descrição de um cenário único impossível, por isso os cenários são específicos ao escopo de interesse. Além disso, como o futuro é múltiplo e incerto, de todos os cenários futuros, vários deles são possíveis. Destes,

alguns são realizáveis e outros desejáveis. A identificação da interseção dos realizáveis com os desejáveis é uma tarefa especialmente importante no planejamento estratégico.

Ainda conforme Godet, “Cenário não é a realidade futura, mas um meio de representá-la, com o objetivo de nortear a ação presente, à luz dos futuros possíveis e desejáveis”. De acordo com o objetivo do estudo prospectivo, o cenário pode ser (i) Normativo: é um futuro desejado com o qual alguns atores assumem o compromisso de trabalhar para realizar os objetivos nele implícitos, ou; (ii) Exploratório: obtido por metodologia prospectiva com o objetivo de identificar as configurações futuras (MARCIAL; GRUMBACH, 2013).

Marcial (2004, *apud* MARCIAL; GRUMBACH, 2013) afirma que “o futuro deixa no passado e no presente, sementes que podem vir a germinar ou não”. Marcial considera que as sementes pertencem a uma das classes: invariantes, tendências de peso, elementos pré-determinados, fatos portadores de futuro, incertezas críticas, surpresas inevitáveis, coringas e atores. A identificação e classificação das variáveis do sistema é função do grupo de trabalho para cenarização, que deve se basear em um método para coleta das informações e dedução dos cenários. Carvalho et al. (2011) analisou a literatura referente à aplicação de seis métodos, no contexto do planejamento organizacional: Ghemawat, Godet, Porter, Shoemaker e Schwartz. Sua conclusão, provavelmente aplicável ao nosso tema, é que cada método possui características que os diferem e que se ajustam em maior ou menor grau ao perfil da organização (ou sistema).

Com esse embasamento teórico, as forças motrizes no meio rural identificadas pelo Agropensa podem ser classificadas dando maior clareza aos cenários possíveis. O aumento da população tem a força de uma tendência de peso, assim como a migração para as cidades. Uma mudança nessas tendências, em módulo ou direção, afetaria o cenário esperado e, portanto, as ameaças, como: o risco de abastecimento se a taxa de migração aumentar, ou uma mudança nas políticas públicas, caso a taxa diminua sensivelmente.

A mudança climática é um fato portador de futuro, embora seus efeitos, agora, já não sejam tão pequenos. Espera-se que essa força motriz provoque impactos diretos, como: (a) mudanças na temperatura média, (b) maior variabilidade dos eventos atmosféricos, levando a temperaturas extremas, secas, chuvas muito intensas e inundações, e tempestades tropicais; e impactos indiretos, como: (a) pestes e doenças, (b) mudança na disponibilidade da água, (c) aumento do nível dos oceanos. Cada uma dessas variáveis pode ser mais ou menos relevante em um sistema específico, determinando o tipo e a intensidade do desastre. Gornall et al. (2016) discutem impactos não relacionados à mudança do clima e concluem que, em relação à produção agrícola: “*At present, the aggregate impacts of climate change on global-scale agricultural productivity cannot be reliably quantified*”, mas certamente tem potencial para causar desastres de proporções preocupantes.

5 Tecnologias para mitigação de desastres no meio rural

Tecnologias para mitigação: Hidroconservador – clorador – jardim filtrante – fototérmica para análise da qualidade do leite.

Alguns desastres potenciais no meio rural são secas, inundações, variações bruscas de temperatura, temperatura média muito diferente da esperada, chuvas torrenciais, geadas, degradação do solo, rompimento de barragem, terremoto, tornados, furacões, vendavais, deslizamento de terra, erosão. O Brasil não está livre desses eventos; entre 2000 e 2007 mais de 1,5 milhões de pessoas foram afetadas por trinta e seis eventos, gerando prejuízo econômico estimado em mais de US\$ 2,5 bilhões (MONTEIRO et al., 2010). Além dos prejuízos materiais, os biomas foram afetados, a produção agrícola reduzida e a vida dos habitantes posta em risco. Apesar do percentual relativamente pequeno, o número de habitantes no meio rural é significativo: em 1940, 26% dos brasileiros habitavam áreas urbanas. Na década de 2000, chegou a 80% e em 2013, 85%, o que corresponde a 30,5 milhões de pessoas habitando o campo (IBGE-PNAD, 2014). Se o risco de morte é menor no campo devido à sua baixa densidade populacional, o impacto econômico pode inviabilizar seus negócios prejudicando a economia do município, e afetando a produção agropecuária, causando impacto indireto nos habitantes da cidade.

Os eventos que forçam os habitantes a abandonar suas casas aumentam a demanda por saneamento rural. Mesmo em situação de normalidade, no Brasil menos de 50% dos domicílios rurais dispõe de saneamento básico: 14% não possuem banheiros ou outras instalações sanitárias, realizando as suas necessidades fisiológicas ao ar livre, e a maioria utiliza fossas negras, valas, buracos ou lançamento direto nos rios (MONTEIRO et al., 2010) (IBGE-PNAD 2014). Por essa razão, a Embrapa desenvolveu tecnologias de saneamento básico rural, adequadas também para situações de emergência (Figura 1).

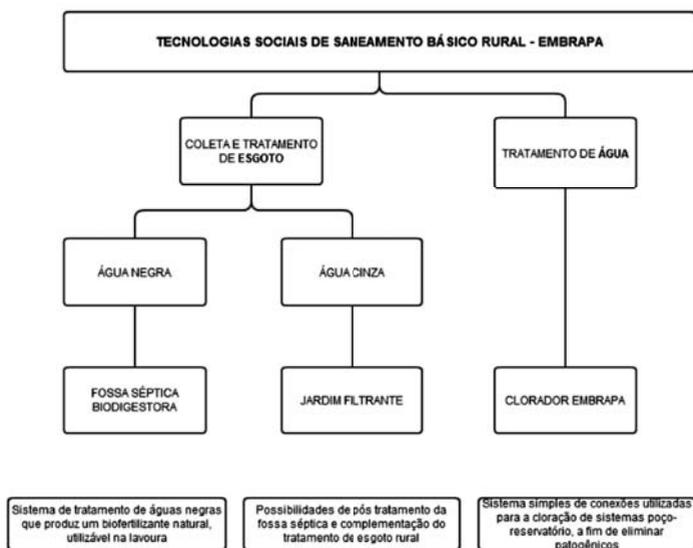


Figura 1. Tecnologias de Saneamento Básico Rural – EMBRAPA Instrumentação.

Fossa Séptica Biodigestora

Em alguns desastres, as vítimas são obrigadas a abandonar os seus lares e contar com a assistência emergencial do governo durante o período de crise. Nos casos em que não é possível fornecer abrigo em locais com boa infraestrutura, um campo de apoio improvisado pode dispor de Fossas Sépticas Biodigestoras para garantir instalações sanitárias adequadas (GALINDO et al., 2010).

A Fossa Séptica Biodigestora é formada por um conjunto de, no mínimo, três caixas d'água de 1000 litros conectadas por tubulações que promovem o tratamento do esgoto doméstico de uma residência de até cinco pessoas. O sistema é ligado à tubulação da saída do vaso sanitário, recebendo o efluente proveniente das descargas (fezes e urina), classificado tecnicamente como "água negra". O esgoto proveniente das pias, lavabos, chuveiros, ralos, área de serviço e cozinhas, identificado como "água cinza", não deve ser lançado na Fossa Séptica Biodigestora, pois possui sabões, detergentes e gorduras que prejudicam o processo de tratamento, além de tratar-se de um resíduo líquido muito diluído.

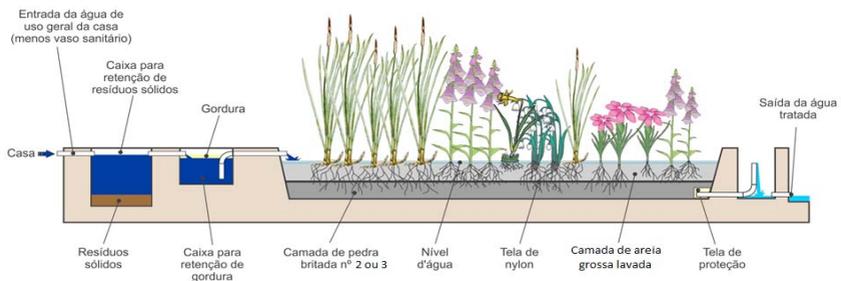
O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um líquido adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante. Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de 5 litros de esterco bovino fresco e 5 litros de água uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, tratam o esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido que sai do sistema.



Foto: Mônica Laurito

Jardim Filtrante

A “água cinza”, é a água proveniente de pias, tanques e chuveiros de um campo de apoio. É uma alternativa para dar destino adequado ao esgoto proveniente de pias, tanques e chuveiros. “Trata-se de um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas onde o esgoto é tratado por meio da interação das espécies vegetais e microrganismos neste ecossistema. Sua manutenção é muito simples, contribui com a sustentabilidade do meio ambiente e ainda traz harmonia paisagística. É uma tecnologia adaptada pela Embrapa para complementar o uso da Fossa Séptica Biodigestora e do Clorador Embrapa”. (JARDIM FILTRANTE, 2016)



Esquema: Valentim Monzane.

Clorador Embrapa

O clorador é outra tecnologia de baixo custo para adequar a água para consumo humano.

“O Clorador Embrapa é um aparelho muito simples, barato e de fácil instalação para clorar a água do reservatório (caixas d’água) das residências rurais. O aparelho pode ser montado com materiais encontrados em lojas de material de construção e tem um custo aproximado de R\$ 50,00 (valor médio na Região Sudeste, em 2014). O cloro usado na proporção correta combate a contaminação da água por germes e micro-organismos e não é prejudicial à saúde. Para uma caixa d’água de 500 a 1.000 litros, essa quantidade equivale a uma colher rasa de café de cloro por dia. É indicado usar o cloro granulado, do tipo Hipoclorito de Cálcio 65%, facilmente encontrado em lojas de materiais para piscinas, pois tem eficiência comprovada na eliminação de contaminantes e não dá sabor forte à água. O Clorador deve ser instalado entre a entrada de captação de água e o reservatório de sua casa.” (CLORADOR, 2016)



Foto: Mônica Laurito

Hidroconservação

Em situações de emergência, as vias de transporte ou a cadeia de frio podem ter sido afetadas dificultando o suprimento de comida, em especial de hortifrúteis. Nesses casos é especialmente importante dispor de mecanismo para armazenamento dos hortifrúteis por longos períodos, preservando sua qualidade.

A hidroconservação é um método de controle preciso da temperatura capaz de manter o hortifrúti na temperatura ideal, aumentando consideravelmente seu tempo de vida útil: A couve manteiga, por exemplo, se mantém adequada para consumo por três dias aproximadamente se armazenada em geladeira, mas em hidroconservação esse tempo se estende para mais de 21 dias.

O hidroconservador depende de energia elétrica, mas ao contrário de uma geladeira pode ser desligado por algumas horas sem por em risco o hortifrúti, além de consumir 40% menos energia na temperatura de *set point*.

A metodologia foi testada em três versões, mas a mais adequada para situações de emergência, e que também apresenta o melhor desempenho, é o hidroconservador de imersão. Ele consiste de uma câmara refrigerada preenchida com solução aquosa, como um freezer horizontal preenchido com água. O sistema de controle mantém a temperatura no valor estabelecido pelo operador. Os hortifrúteis são embalados e submersos na solução.

O equipamento custa mais que um freezer de volume equivalente, não sendo, portanto, uma solução barata como as tecnologias anteriores, mas pode ser transportado e entrega um grande benefício: o armazenamento em condições ideais de hortifrúteis.

Considerações finais

O termo 'desastre natural' parece, depois deste artigo, conter em sua fórmula, menos do conceito de 'inesperado' e mais do conceito de 'descaso', porque, com a tecnologia disponível, é possível reduzir significativamente o impacto dos eventos naturais. Porém, mais do que isso, é possível antecipar-se aos eventos com medidas preventivas.

A análise de risco baseada na prospecção de cenários pode não apenas ajudar a definir as ações preventivas e as mitigantes, mas também mudar as forças motrizes para evitar a formação de cenários indesejados.

Os desastres no meio rural devem ter baixo impacto direto em vidas humanas por causa do baixo percentual de habitantes, mas um altíssimo impacto indireto por meio das alterações nos biomas e na redução da produtividade agropecuária.

A conclusão última de toda esta análise parece-nos que é a importância imperiosa e urgente de educar o ser humano para formar cidadãos conscientes do impacto de suas ações no planeta.

Assim, voltamos ao início do processo de criação deste artigo, quando lemos um extrato do folder de divulgação do simpósio.

A articulação de um projeto de educação capacitado para atender a quantidade com qualidade é fundamental para o avanço da inovação tecnológica e a consecução de uma sociedade resiliente, ou seja, uma sociedade que ao ser exposta a uma ameaça de desastre, esteja preparada para antecipar, resistir, absorver, adaptar-se e recuperar de seus efeitos, de maneira oportuna e eficaz, inclusive preservando e reestruturando suas estruturas e funções básicas, tendo como referência o desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável. (Simpósio CIADEN, 2015)

Referências

- CARVALHO, D. E. DE; SUTTER, M. B.; POLO, E. F.; WRIGHT, M. T. C. Construção de cenários: apreciação de métodos mais utilizados na administração estratégica. In: ENCONTRO DA ANPAD, 35., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2011.
- CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. [s.l.]: Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional da Defesa Civil. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/glossario_de_defesa_civil.pdf> Acesso em 12 maio 2016.
- EMBRAPA. **Clorador Embrapa**. 2000. Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/716/clorador-embrapa>. Acesso em 1 ago 2016.
- CORDELL, D.; DRANGERT, J. O.; WHITE, S. The story of phosphorus: global food security and food for thought. **Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions**, Oxford, v.19, n.2, p.292-305, 2009.

EMBRAPA. **Visão 2014-2030**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

GALINDO, N.; SILVA, W. T. L. da; NOVAES, A. P. de; GODOY, L. A. de; SOARES, M. T. S.; GALVANI, F. Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora. São Carlos, SP: **Embrapa Instrumentação**: Documentos, n. 49, 26p, 2010.

EMBRAPA. **Jardim filtrante**. Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1307/jardim-filtrante> Acesso em: 1 ago. 2016.

MONTEIRO, B. J; PINHEIRO, D. R. DE C. O desastre natural como fenômeno induzido pela sociedade: abordagens teóricas e metodologias operacionais para identificação/mitigação de desastres naturais. **Revista de Geografia**, v.2, n.1, 2012.

UNISDR. **Temos um novo marco global**. Disponível em: <<https://unisdrcerrd.wikispaces.com/1.+O+Marco+de+Sendai+para+a+Redu%C3%A7%C3%A3o+do+Risco+de+Desastres+2015-2030>>. Acesso em: 7 jul. 2016.

Sendai Framework for Risk Reduction. Disponível em <www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf> Acesso em 15jul2016>.

SILVA, J. G. DA; GROSSI, M. E. D. **O novo rural brasileiro**. Disponível em: <www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/novo_rural_br.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2015.

VACCARI, D.A. Phosprofus: a looming crisis. **Scientific American**, New York, v. 300, n.6, p.54-59, 2009.



A CONTRIBUIÇÃO DA EDUCAÇÃO E DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA A RESILIÊNCIA

Jair Santoro¹

Eduardo Schmid Braga²

Introdução

Prefeitos, gestores públicos locais e tomadores de decisão lidam, frequentemente, com o resultado dos desastres naturais de pequeno e médio impacto e menos frequentemente com os de grande impacto, que decorrem de ameaças naturais ou provocadas pela ação humana. As mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos tendem a aumentar a exposição das cidades às ameaças e riscos. Menos obvio é o fato de que práticas regulares de desenvolvimento também podem gerar mudanças ambientais complexas que contribuem para a ampliação do risco, se não forem consideradas e postas em prática as ações de resiliência.

Durante os desastres, os governos locais são os primeiros na linha de resposta, algumas vezes com uma grande responsabilidade, mas uma capacidade insuficiente para lidar com as circunstâncias. Eles estão igualmente na linha de frente quando se trata de antecipar, gerenciar e reduzir os riscos de desastres, criando ou atuando nos sistemas de alerta e alarme e estabelecendo estruturas específicas de gerenciamento de crises e desastres (UNISDR, 2012).

Em muitos casos, a revisão das atribuições, responsabilidades e alocação de recursos é necessária para ampliar as capacidades dos governos locais em responder a todos esses desafios.

Para compreender que o desastre “não é natural” é importante considerar os elementos do risco.

O risco é uma função da ameaça (um ciclone, um terremoto, a cheia de um rio ou o fogo, por exemplo), da exposição de pessoas e bens a essa ameaça, e das condições de

1 Pesquisador Científico VI do Instituto Geológico/SMA-SP e Diretor do Núcleo de Geologia de Engenharia e Ambiental do Instituto Geológico – IG. E-mail: jsantoro@sp.gov.br - jairsantor@yahoo.com.br.

2 Assistente Técnico de Pesquisa Científica e Tecnológica I do Instituto Geológico do Estado de São Paulo. E-mail: edubraga@sp.gov.br.

vulnerabilidade das populações e bens expostos. Esses fatores não são estáticos e podem ser aperfeiçoados, a depender das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para redução do risco. Os padrões do desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição e vulnerabilidade e então ampliar o risco (UNISDR, 2012).

$$\frac{\text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade} \times \text{Exposição}}{\text{Resiliência ou Capacidade de Enfrentamento}} = \text{Risco de Desastre}$$

Os responsáveis pelo risco em uma cidade

Cidades e áreas urbanas representam um sistema denso e complexo de serviços interconexos. Como tal, enfrentam um crescente número de aspectos que conduzem ao risco de desastre. Estratégias e políticas públicas podem ser desenvolvidas para atender cada aspecto, como parte de uma visão global para construir cidades de todos os tamanhos e perfis mais resilientes e habitáveis.

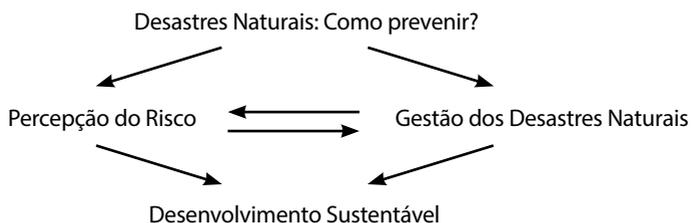
Entre os principais responsáveis pelo risco, segundo UNISDR (2012) estão:

- O crescimento das populações urbanas e o aumento de sua densidade, o que interfere diretamente nos solos e nos serviços, ampliando as ocupações de planícies costeiras, ao longo de encostas instáveis e das áreas de risco.
- A concentração de recursos e capacidade em âmbito nacional, com ausência de fiscalização, recursos humanos e capacidades no governo local, incluindo ordens pouco claras para ações de resposta e de redução de riscos de desastre.
- A governança local fragilizada e a participação insuficiente dos públicos de interesse locais no planejamento e gestão urbana.
- A gestão dos recursos hídricos, dos sistemas de drenagem e de resíduos sólidos inadequada a causar emergências sanitárias, inundações e deslizamentos.
- O declínio dos ecossistemas, devido às atividades humanas, tais como a construção de estradas, a poluição, a recuperação das zonas úmidas e a extração insustentável de recursos que comprometem a capacidade de oferecer serviços essenciais como, por exemplo, a proteção e regulação contra inundações.
- A deterioração da infraestrutura e padrões de construção inseguros, que podem levar ao colapso das estruturas.
- Os serviços de emergência descoordenados, que afetam a capacidade de rápida resposta e preparação.
- Os efeitos adversos das mudanças climáticas que irão, provavelmente, aumentar as temperaturas extremas e as precipitações, na dependência de condições localizadas, com um impacto sobre a frequência, a intensidade e a localização das inundações e outros desastres relacionados ao clima.

O que são desastres naturais?

Quando os fenômenos naturais atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos, passam a se chamar desastres naturais.

A conceituação adotada pela UNISDR (2009) considera desastre o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.



O que são Riscos Geoambientais

Um fenômeno geológico pode se tornar um acidente ao gerar consequências sociais e econômicas (perdas e danos) ou referir-se a um evento quando não há registro de danos relacionados a ele. Desta forma, a suscetibilidade de uma área a um determinado fenômeno geológico corresponde à possibilidade de que a ocorrência do fenômeno tenha consequências sociais e econômicas (TOMINAGA *et al*, 2015; CERRI; AMARAL, 1998).

No entanto, a redução dos riscos é obtida primordialmente pela adoção de medidas preventivas adequadas. Tais medidas necessitam de estudos prévios dos fatores condicionantes e dos mecanismos dos fenômenos envolvidos, bem como de uma avaliação do perigo e do risco. Para um melhor entendimento do processo de análise que compõe esta avaliação, apresenta-se a seguir os principais conceitos e terminologias relacionadas a perigo e riscos geoambientais (TOMINAGA *et al*, 2015).

Dois elementos são essenciais na formulação do risco: o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo. Isso indica que o impacto do desastre dependerá das características, probabilidade e intensidade do perigo, bem como da vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos (TOMINAGA *et al*, 2015).

Embora a maior parte dos perigos naturais seja inevitável, os desastres não o são. A investigação dos perigos que ocorreram no passado e o monitoramento da situação do presente possibilitam entender e prever a ocorrência de futuros perigos, permitindo que uma comunidade ou o poder público possa minimizar o risco de um desastre (UNISDR, 2004).

Nos estudos de risco geológico, Tominaga *et al.* (2004) e Tominaga (2007) adotaram, com base em Varnes (1984), Einstein (1988) e UNISDR (2004), as definições abaixo:

- **Perigo:** refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo especificado.
- **Vulnerabilidade:** conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos perigos. A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais.
- **Risco:** é a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem.

Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano (D). Desta maneira, podemos expressar o risco da seguinte forma:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Vulnerabilidade} \times \text{Dano} \quad \text{ou} \quad R = P \times V \times D$$

O que é Resiliência?

A resiliência é a capacidade de o indivíduo lidar com problemas, superar obstáculos ou resistir à pressão de situações adversas - choque, estresse etc. - sem entrar em surto psicológico, dando condições para enfrentar e superar adversidades. Nas organizações, a resiliência se trata de uma tomada de decisão quando alguém se depara com um contexto entre a tensão do ambiente e a vontade de vencer. Essas decisões propiciam forças na pessoa para enfrentar a adversidade. (WIKIPEDIA, 2016).

O que é uma cidade resiliente a desastres

- É um local onde os desastres são minimizados porque sua população vive em residências e comunidades com serviços e infraestrutura organizados e que obedecem a padrões de segurança e códigos de construção; sem ocupações irregulares construídas em planícies de inundação ou em encostas íngremes por falta de outras terras disponíveis.
- Possui um governo local competente, inclusivo e transparente que se preocupa com uma urbanização sustentável e investe os recursos necessários ao desenvolvimento de capacidades para gestão e organização municipal antes, durante e após um evento adverso ou ameaça natural.

- É onde as autoridades locais e a população compreendem os riscos que enfrentam e desenvolvem processos de informação local e compartilhada com base nos danos por desastres, ameaças e riscos, inclusive sobre quem está exposto e quem é vulnerável.
- É onde existe o empoderamento dos cidadãos para participação, decisão e planejamento de sua cidade em conjunto com as autoridades locais; e onde existe a valorização do conhecimento local e indígena, suas capacidades e recursos.
- Preocupa-se em antecipar e mitigar os impactos dos desastres, incorporando tecnologias de monitoramento, alerta e alarme para a proteção da infraestrutura, dos bens comunitários e individuais – incluindo suas residências e bens materiais – do patrimônio cultural e ambiental, e do capital econômico. Está também apta a minimizar danos físicos e sociais decorrentes de eventos climáticos extremos, terremotos e outras ameaças naturais ou induzidas pela ação humana.
- É capaz de responder, implantar estratégias imediatas de reconstrução e restabelecer rapidamente os serviços básicos para retomar suas atividades sociais, institucionais e econômicas após um evento adverso.
- Compreende que grande parte dos itens anteriores são também pontos centrais para a construção da resiliência às mudanças ambientais, incluindo as mudanças climáticas, além de reduzir as emissões dos gases que provocam o efeito estufa. (UNISDR, 2012, p.11).

Educação e resiliência

O desenvolvimento de um projeto de educação cidadã é fundamental para a consecução de uma sociedade resiliente que quando exposta a uma ameaça de desastre natural, esteja preparada para antecipar, resistir, absorver, adaptar-se e recuperar de seus efeitos de maneira oportuna e eficaz, inclusive preservando e reestruturando suas estruturas e funções básicas e de um projeto de desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável concreto. (MAGNONI JÚNIOR, PR 14 da ONU de Guayaquil, p.44)

Resiliência e desenvolvimento sustentável

A redução de riscos de desastres é uma parte e uma parcela do desenvolvimento sustentável, sob os aspectos ambiental, econômico, social e político.

Político Institucional

Fomento à coordenação intersetorial e à liderança para redução de riscos de desastres. Construção de capacidades institucionais e alocar recursos. Regulamentação do desenvolvimento urbano e local com base em princípios de redução de riscos.

Social

Garantia a todos de acesso a serviços básicos e garantia de uma rede de proteção social após o desastre. Reserva de áreas seguras para atividades estratégicas

e para alojamentos. Motivação para participação de diversos públicos de interesse em todos os estágios e o fortalecimento das redes e alianças sociais.

Ambiental

Proteção, recuperação e ampliação dos ecossistemas, bacias hidrográficas, encostas instáveis e áreas costeiras. Gestão de risco com base no compromisso com os ecossistemas. Compromisso com a redução da contaminação, melhoria na gestão de resíduos, e redução na emissão dos gases que provocam o efeito estufa.

Econômico

Atividades econômicas locais diversificadas e implantação de mediadas para redução da pobreza. Plano para continuidade dos negócios, para evitar a interrupção em caso de desastres. Criação de incentivos e penalidades para ampliar a resiliência e melhorar o cumprimento das normas de segurança. (UNISDR, 2012, p.19).

Os Dez Passos Essenciais para a Construção de Cidades Resilientes

1. Coloque em prática ações de organização e coordenação para compreender e aplicar ferramentas de redução de riscos de desastres, com base na participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil. Construa alianças locais. Assegure que todos os departamentos compreendam o seu papel na redução de risco de desastres e preparação.
2. Atribua um orçamento para a redução de riscos de desastres e forneça incentivos para proprietários em áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam.
3. Mantenha os dados sobre os riscos e vulnerabilidades atualizados. Prepare as avaliações de risco e utilize-as como base para planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão. Certifique-se de que esta informação e os planos para a resiliência da sua cidade estejam prontamente disponíveis ao público e totalmente discutido com eles.
4. Invista e mantenha uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural como, por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações; e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas.
5. Avalie a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualize tais avaliações conforme necessário.
6. Aplique e imponha regulamentos realistas, compatíveis com o risco de construção e princípios de planejamento do uso do solo. Identifique áreas seguras para cidadãos de baixa renda e desenvolva a urbanização dos assentamentos informais, sempre que possível.
7. Certifique-se de que programas de educação e treinamento sobre a redução de riscos de desastres estejam em vigor nas escolas e comunidades.
8. Proteja os ecossistemas e barreiras naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que sua cidade seja vulnerável. Adapte-se à mudança climática por

meio da construção de boas práticas de redução de risco.

9. Instale sistemas de alerta e alarme, e capacidades de gestão de emergências em seu município, e realize regularmente exercícios públicos de preparação.
10. Após qualquer desastre, assegure que as necessidades dos sobreviventes estejam no centro da reconstrução, por meio do apoio direto e por suas organizações comunitárias, de modo a projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência. (UNISDR, 2012, p.26).

A contribuição da educação e da inovação tecnológica para a resiliência

Sem a concretização de um projeto de escola pública capacitado para promover a aprendizagem significativa através da relação entre teoria e prática via ensino de aplicação técnico-científica para formar a maioria com bases sólidas de ciência, tecnologia e compromisso social, a travessia de um sistema gerador de desigualdades para um sistema justo socialmente ficará para as calendas, pois sem o saber sistematizado dominado pelo maior número de pessoas não daremos o salto de qualidade no sentido da libertação e da consciência socioambiental indispensável à transformação necessária para a consecução de uma política eficiente para a redução de risco de desastres e a consolidação da resiliência na sociedade americana e global. (MAGNONI JÚNIOR, PR 14 da ONU de Guayaquil, p.55)

Referências

- CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. 1998. Riscos geológicos. In: BRITO, S. N. A.; OLIVEIRA, A. M. S. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.
- EINSTEIN, H. H. 1988. Landslides risk assessment procedure. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, 5, 1988, Lausanne. **Anais...** Lausanne, 1988. v. 2. p. 1075-1090.
- MAGNONI JUNIOR, L. M. 2014. A contribuição da educação para a construção de uma sociedade resiliente. In: **PR14 da ONU de Guayaquil**. YVY, ano 1, v. 1, n.1, 16p., jul/dez. 2014.
- TOMINAGA, L.; FERREIRA, C.J.; VEDOVELLO, R.; TAVARES, R.; SANTORO, J.; SOUZA, C.R, de G. 2004. Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do Litoral Norte de São Paulo: conceitos e técnicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5: 2004: São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2004. p. 205-216.
- TOMINAGA, L. K. 2007. Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. Tese (Doutorado) -Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2007. 220 p + Mapas.
- TOMINAGA, L.; SANTORO J.; AMARAL, C. P. (orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico. 196p.: il.
- UNISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2004. **Living with risk: a global**

review of disaster reduction initiatives. Genebra, Suíça: United Nations ISDR, 2004. 152p. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/657_lwr1.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2016.

_____. 2009. **Terminology on disaster risk reduction**. Genebra, Suíça: United Nations ISDR, 2009. 30p. Disponível em: <https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2016.

_____. 2012. **The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (ISDR)**. Genebra, Suíça: United Nations ISDR, 2012. 100 p. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/campaign>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

VARNES, D.J. 1984. **Landslide hazard zonation: review of principles and practice**. Paris: UNESCO, 1984. 56 p.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. **Resiliência (psicologia)**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Resili%C3%Aancia_\(psicologia\)&oldid=47394970](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Resili%C3%Aancia_(psicologia)&oldid=47394970)>. Acesso em: 5 dez. 2016.



AS GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO, ALERTA E PREVENÇÃO DE DESASTRES

Edson Luís Piroli¹

O Planeta Terra evoluiu ao longo dos últimos 4,5 bilhões de anos cumprindo os ciclos naturais que buscam um estado de equilíbrio entre todos os componentes do mesmo. Estes ciclos fazem com que o planeta seja dinâmico e se mantenha vivo. A humanidade evoluiu ao longo dos últimos dois milhões de anos, tendo alcançado características próximas das atuais a cerca de 50 mil anos. Em todo este período de evolução, o Homem procurou se adaptar ao meio, tentando sobreviver pelo máximo período de tempo em condições completamente adversas. Nas adversidades e condições difíceis aprendeu a desenvolver estratégias e técnicas para se alimentar, abrigar e garantir a preservação da espécie. E foi tão eficiente nisto que mesmo lentamente conseguiu progredir e chegar até a atualidade como a espécie dominante em toda Terra. Esta eficiência que garantiu a ocupação de espaços e o domínio de territórios permitiu também que dominasse as técnicas necessárias para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária, e como consequência disso, pudesse produzir alimentos e matérias-primas para o aumento da população e da expectativa de vida. Ao mesmo tempo foram sendo desenvolvidos pela humanidade métodos e técnicas que permitiram a extração e a transformação de produtos naturais em produtos manufaturados e, posteriormente, em produtos industrializados. Esta evolução deu à nossa espécie maior autonomia no domínio do Planeta e das demais formas de vida.

Ao longo da história foram também desenvolvidas formas de relacionamento e criados sistemas de trocas que permitiram a sobrevivência e o atendimento das diferentes necessidades de cada pessoa. Estes sistemas de troca, em algumas sociedades, evoluíram até chegar à criação de moedas que podiam ser acumuladas e trocadas por algum bem ou serviço. Nasceram na sequência as profissões que levaram determinadas pessoas a se especializarem na realização de algumas tarefas e cobrarem das outras pelas prestações de serviços. Então nem todos os homens precisavam plantar e colher. Alguns tratavam da saúde, alguns produziam roupas e calçados, outros fabricavam instrumentos e outros os consertavam, e para isto recebiam moedas que trocavam por alimentos, roupas e remédios com aqueles que sabiam produzi-los.

¹ Livre Docente em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Professor da UNESP, Campus de Ourinhos e Presidente Prudente (Pós- Graduação). Líder do Grupo de Pesquisas Cediap-Geo.
E-mail: piroli@ourinhos.unesp.br.

Como consequência, nem todas as pessoas precisavam mais morar espalhadas pelos territórios caçando, pescando, plantando e colhendo, e algumas passaram a se concentrar nas áreas onde havia maior riqueza de matérias-primas para a realização de suas tarefas, água para beber e para as demais necessidades básicas, e alimentos, que eram fornecidos por produtores que implantavam seus plantios e criavam seus animais por perto. Assim, nasceram as cidades, que também permitiam maior eficiência na defesa da vida dos moradores tanto contra inimigos quanto contra ataques de animais perigosos. E, nas condições das cidades, com maior disponibilidade de alimentos, maior acesso à saúde, mais infraestruturas e especialistas, a humanidade se tornou mais eficiente tanto na questão da sobrevivência quanto na questão da produção dos recursos básicos para a vida. Desta forma, o número de seres humanos passou a se ampliar continuamente.

Esta ampliação da população exigiu a ampliação dos espaços necessários para a produção de alimentos e na sequência, o desenvolvimento de técnicas mais eficientes de produção, o aumento da produção de matérias primas para as indústrias e a melhora das estruturas para o deslocamento dos produtos das áreas de produção até os centros consumidores. Para fazer o transporte de quantias cada vez maiores de cargas foram desenvolvidos equipamentos maiores e mais complexos que deram origem aos automóveis, caminhões, navios e aviões. Estes equipamentos maiores exigiram a implantação de estruturas que atendessem às suas necessidades como as estradas, as ferrovias, os portos e os aeroportos. O aumento do número de habitantes exigiu também o aumento dos espaços necessários para a implantação das casas e das estruturas básicas para o atendimento das necessidades dos moradores.

A concentração de números cada vez maiores de pessoas nas cidades e o grande aumento das áreas necessárias para alocá-las trouxe como consequência a ocupação não planejada de vastas extensões do território, incluindo aquelas inapropriadas para moradia. A grande população necessitando de grandes volumes de alimentos e de matérias-primas, bem como de estruturas para ser atendida trouxe como consequência o aumento e a intensificação do uso da terra em áreas cada vez mais amplas do território dos países, que na maioria dos casos também foram ocupadas de maneira descoordenada, sem planejamento e sem considerar as características naturais de suporte para as diversas atividades a que são submetidas.

Assim, a partir do uso intenso e sem ordenamento começaram a surgir problemas em muitas áreas ocupadas com atividades antrópicas, tanto nas zonas urbanas quanto nas rurais. Os mais comuns são a diminuição da fertilidade dos solos usados para a produção nas áreas rurais, a diminuição da infiltração das águas das chuvas, com o consequente aumento do escoamento superficial que causa as erosões (Figura 1), os processos de assoreamentos de corpos d'água (Figura 2), e a diminuição da água armazenada nos perfis superficiais do solo, o que compromete a produção pela falta de água em períodos críticos do ciclo das plantas. Além disso, a água que não infiltrou causa inundações por chegar concentrada nas áreas mais baixas do relevo e deixa de contribuir com o ciclo hidrológico, não ficando armazenada no sistema e disponível para o reabastecimento do lençol freático, diminuindo assim a vazão das nascentes.



Figura 1. Processo erosivo em área de produção rural.



Figura 2. Assoreamento em córrego, consequência dos processos erosivos.

As Figuras 1 e 2 mostram exemplos de desastres que ocorrem todo dia em vastas extensões do globo terrestre. Os processos erosivos empobrecem o solo e destroem a sua estrutura, comprometendo as formas de vida que ali habitam e a capacidade produtiva dos mesmos. Esta condição traz reflexos para os produtores rurais e para a sociedade que deles dependem para a produção de alimentos e de outras matérias-primas. Os assoreamentos comprometem os ecossistemas aquáticos, inviabilizando o habitat para a maioria das espécies que ali vivem e diminuindo a capacidade de armazenamento de água nos corpos d'água, o que compromete a produção de alimentos e o uso das águas para abastecimento de populações, geração de energia e desenvolvimento de outras atividades econômicas, como, por exemplo, o turismo e a navegação em rios maiores.

Estes desastres não são noticiados corriqueiramente porque suas consequências não são sentidas de imediato e sim a médio e longo prazo. A crise hídrica que se tornou conhecida nos anos de 2014 e 2015 no Brasil tem grande parte de sua origem neste tipo de situação, em função de que se não há armazenamento da água no interior do solo, esta não se torna disponível nas nascentes. E se as nascentes têm sua vazão reduzida, os rios também têm. E se os rios estão cheios de terra e outros materiais ao invés de água, não atenderão as necessidades crescentes da população, tanto para a disponibilização de água, quanto para geração de energia e para outras funções para as quais normalmente são utilizados.

Os desastres naturais que ocorrem no Brasil e aparecem nos noticiários, na maioria das vezes dizem respeito a inundações, escorregamentos e em menor intensidade, vendavais, que em muitos casos causam a morte de pessoas que ocupam ou então que se encontram em áreas de risco no momento da ocorrência de episódios mais severos. A imprensa brasileira também dá destaques a desastres que ocorrem em outras regiões do mundo, como terremotos, avalanches, furacões, tsunamis, entre outros, mas normalmente não retrata as perdas ocorrentes no dia a dia com o descuido generalizado com a água, com o solo, com a vegetação e com a fauna, o que coloca em risco nosso potencial produtivo e nossa biodiversidade.

Um desastre é, de acordo com o dicionário Aurélio, um *Substantivo masculino*. Evento, acontecimento que causa sofrimento e grande prejuízo (físico, moral, material, emocional); desgraça. *Eco* grande distúrbio, de repetição frequente ou periódica, ao qual uma *comunidade* se encontra ou não adaptada.

Desta forma, um desastre natural ocorre quando um evento provoca direta ou indiretamente danos a propriedades, faz um grande número de vítimas, ou ambos. Um desastre natural está relacionado a presença humana. Caso não haja pessoas nos locais onde ocorrem fenômenos como terremotos, afundamentos, furacões, deslizamentos, inundações, incêndios florestais, epidemias etc., estes são considerados ocorrências naturais. No contexto deste artigo, considera-se que baixa umidade, perda da biodiversidade, redução da infiltração da água no solo, diminuição da fertilidade dos solos, processos erosivos, uso desmedido de agroquímicos, poluição e contaminação do ar, da água e do solo, e extermínio da macro e microfauna também são desastres naturais, que embora de origem antrópica, causam o comprometimento da qualidade

ambiental e dos serviços prestados pela natureza para a humanidade e suas relações e atividades, comprometendo também o futuro de nossa espécie e trazendo perdas de vidas, de maneira indireta. Além disso, potencializam a ocorrência de alguns dos desastres naturais “tradicionais”, como inundações e deslizamentos.

Monitoramento, alerta e prevenção de desastres

O monitoramento diz respeito ao acompanhamento das condições de um alvo ou objeto de interesse por um determinado período de tempo verificando suas condições e padrões. Deve ser feito por pessoal capacitado para reconhecer os padrões normais e anormalidades ocorrentes na área observada. No caso de ocorrência de sinais de que algo está se comportando de maneira anormal, devem ser efetuadas análises mais apuradas e profundas rapidamente para verificação das causas destes indicadores e simulação/avaliação das possíveis consequências. No caso da equipe identificar riscos de ocorrência de desastres deve emitir imediatamente os sinais de alerta para a população residente na região que pode sofrer os impactos. Além disso, deve tomar as providências para que medidas preventivas sejam adotadas antecipadamente à ocorrência dos eventos.

Para que a equipe possa agir de maneira rápida e eficaz, deve estar treinada a reagir imediatamente à emissão dos alertas. Da mesma forma, a população precisa conhecer os protocolos de reação aos riscos, confiar na sua adoção e ser treinada para entender os alertas e saber a sequência de providências a serem tomadas.

Geotecnologias

As geotecnologias podem ser descritas como sendo o conjunto de tecnologias aplicadas à coleta, processamento, análise e disponibilização de informações georreferenciadas. As principais utilizadas são o Sistema de Posicionamento Global (GPS), os sistemas de satélites que orbitam nosso Planeta, os sistemas de sensores e radares instalados tanto em órbita quanto na superfície da Terra, os sistemas computacionais, aplicativos, com ênfase aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e as técnicas de cartografia digital e de modelagem de informações.

Neste contexto, dados oriundos de sensores instalados em satélites ou em radares podem ser geolocalizados a partir dos dados dos aparelhos GPS e integrados em sistemas computacionais por meio dos SIG, e processados a partir do uso de modelos, gerando cartografia informativa sobre as condições da superfície da Terra, da subsuperfície ou da atmosfera, mostrando as condições de áreas de interesse em determinados períodos ou mesmo em tempo real.

Artigo publicado na Revista *Nature*, em janeiro de 2004, afirmava que as geotecnologias estavam entre os três mercados emergentes mais importantes da atualidade, junto com a nanotecnologia e a biotecnologia. Atualmente as mesmas se

consolidaram, sendo quase impensável realizar trabalhos de localização em qualquer área do conhecimento sem utilizar coordenadas para espacializar dados e informações.

Assim, se tornaram básicas para a maior parte dos estudos relativos aos desastres naturais e suas consequências. A Figura 3 mostra o uso de produtos de sensores remotos aplicados à avaliação da origem de um processo erosivo existente atualmente na cidade de Ourinhos, SP.



Figura 3. Fotografia aérea de 1972 (esquerda) e imagem de satélite de 2006 (direita) da cabeceira da microbacia do Córrego Água da Veadá, Ourinhos, SP.

Ao analisar a Figura 3, é possível observar que no ano de 1972 não havia sinal de processo erosivo importante na área, já ao observar a imagem de satélite de 2006, nota-se que há um conjunto de pequenas represas, que foram feitas pela prefeitura do município para tentar sanar o processo erosivo implantado na área. Estas tentativas têm sido monitoradas por professores da UNESP desde então e tem se mostrado infrutíferas, trazendo prejuízo financeiro e ambiental ao município e aos seus moradores, conforme pode ser visto na Figura 4.



Figura 4. Aspectos das consequências das decisões equivocadas da prefeitura de Ourinhos e da falta de um plano de manejo da microbacia hidrográfica da Água da Veadá.

Na Figura 4 - é possível observar na fotografia da esquerda uma tentativa de canalização das águas pluviais concentradas pela área urbana inserida nas cabeceiras da microbacia. Na fotografia da direita nota-se a dimensão do processo erosivo, consequência da concentração das águas na superfície das ruas dos bairros localizados à montante.

A Figura 5 - mostra as mudanças que ocorreram na cobertura da terra da cabeceira da microbacia do Córrego Monjolinho, localizado na área urbana de Ourinhos, SP, mapeadas por produtos geotecnológicos (uma fotografia aérea e uma imagem de satélite). Nela é possível verificar que no ano de 1972 a área era ocupada basicamente por algumas casas e ruas e por uma cobertura gramíneo-arbustiva, que em momentos de chuvas, retardava o escoamento superficial, forçando a infiltração de parte da água que nela precipitava.



Figura 5. Fotografia aérea de 01-07-1972 e imagem de satélite de 09-05-2014 (Google Earth) da cabeceira da microbacia do Córrego Monjolinho, Ourinhos, SP.

Na imagem de satélite de maio de 2014 é possível observar que a cobertura da terra mudou drasticamente, tornando a área amplamente ocupada por casas, comércio, ruas e avenidas. Esta condição tornou a microbacia quase que completamente impermeabilizada, o que concentra as águas superficialmente e as direciona para as ruas localizadas nas regiões mais baixas do relevo. Estas águas chegam nestas áreas carregando grande energia, trazendo riscos às pessoas e causando prejuízos e mortes, como pode ser observado na Figura 6, que mostra manchete informando as consequências de uma enxurrada que arrastou partes de uma casa localizada próxima ao exutório da microbacia.

26/09/2014 16h46 - Atualizado em 27/09/2014 11h31

'Está em choque', diz parente de homem que salvou filhos da chuva

Mãe foi arrastada pela enxurrada e está desaparecida em Ourinhos. Prefeitura decretou estado de emergência por causa dos estragos.

Ana Carolina Levorato e Mariana Bonora*
Do G1 Bauru e Marília

[Tweeter](#) 58 [Recomendar](#) 92



Enxurrada destruiu a casa e arrastou a mulher (Foto: Ricardo Freitas/ TV TEM)

Figura 6. Notícia de morte de mulher causada por chuva na cidade de Ourinhos, SP, no final do mês de setembro de 2014²

De acordo com Piroli (2016) o episódio retratado na Figura 6 ocorreu em região considerada relativamente segura, sob a ótica dos desastres naturais. No caso citado pela reportagem, a família morava em uma casa localizada em área que pode ser considerada como leito de drenagem temporário, construída no local há 40 anos, e que nunca havia sofrido danos causados pelas águas das chuvas. O mesmo autor indica que

... nos últimos anos, com a intensificação da ocupação da microbacia onde a casa estava localizada e com o consequente aumento das áreas impermeabilizadas, houve uma mudança severa no escoamento superficial, que somente foi sentido quando ocorreu um episódio de chuva acima da média (em torno de 100 mm em poucas horas).

Como a área da microbacia tem declividade média de sete por cento e diferença de nível do divisor de águas até o ponto onde a casa estava localizada (círculo vermelho da Figura 5) de 58 metros, ao precipitar em torno de cem milímetros de água em um período de tempo relativamente curto, houve a concentração desta em grande volume no ponto mais baixo da microbacia, o que permitiu a esta água a energia necessária para arrastar parte da casa, onde a moradora se encontrava.

A condição foi potencializada pelo revolvimento do solo da área imediatamente à montante do local da casa, alguns dias antes do episódio. Assim, a camada superficial do solo que havia sofrido intervenção por meio de máquinas funcionou como uma esponja na primeira etapa das chuvas, acumulando e retendo as primeiras águas. À medida que mais água continuou chegando, houve o aumento de peso na mistura desta com o solo até o momento em que não suportando mais o peso, o solo cedeu, escorregando no sentido do declive em grande quantidade, carregando também a água que nele estava retida. Ao chegar em um campo de futebol localizado logo acima da casa, o solo se depositou rapidamente e a água continuou seu trajeto levando tudo o que encontrou pela frente.

Esta combinação de fatores (evento climático extremo ocorrido em uma área onde não houve planejamento da ocupação, solo revolvido e residência em canal de drenagem) trouxe como consequência a morte de uma pessoa que desconhecia o risco que corria (PIROLI, 2016, p. 69).

Este exemplo demonstra a importância do conhecimento dos riscos por parte da população. Mostra ainda que a falta de planejamento e de avaliações criteriosas, coloca pessoas em condições inadequadas sem que estas saibam. Além disso, mostra que o monitoramento das condições ambientais de áreas urbanas é fundamental para poupar vidas e preservar patrimônios.

Neste contexto, as geotecnologias podem ser usadas para minimizar os riscos a partir do acompanhamento das transformações no uso da terra e na avaliação das formas de ocupação do espaço, apontando áreas de risco existentes ou que surjam em consequência das mudanças na cobertura do solo. Nestes casos, as autoridades competentes devem ser acionadas para buscarem a solução, evitando que problemas se agravem e pessoas percam a vida.

As geotecnologias podem ser usadas ainda para o mapeamento de todos os tipos de áreas de risco, como no caso da bacia do rio Vadik, localizada em Florianópolis, apresentada na Figura 7, onde estão destacadas as áreas suscetíveis a deslizamentos e enchentes (BARNETCHE; MORETTI, 2004).

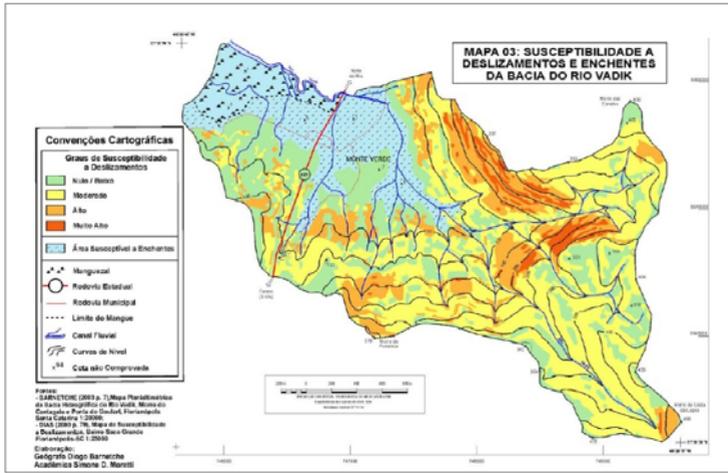


Figura 7. Mapa elaborado a partir do uso de geotecnologias apontando áreas de risco. Fonte: Barnetche; Moretti, 2004.

De acordo com Marcelino (2008), a identificação, assim como a avaliação de risco é um dos primeiros passos a serem executados em um processo de gestão. O mesmo autor, citando Pearson et al., (1991), Smith (2000) e Balaji et al., (2005) diz que a avaliação de risco, envolve basicamente o inventário dos perigos naturais (P), o estudo da vulnerabilidade (V) e o mapeamento das áreas de risco (R). Informa ainda que esse conjunto de parâmetros pode ser facilmente cruzado em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) para obtenção de diversos tipos de mapas de risco. Cada parâmetro é formado por conjuntos de dados de fontes diversas (mapas, medições em campo, imagens de satélites, questionários etc.). Estes permitem a identificação das características do ambiente e o contexto sócio econômico em que podem ocorrer os desastres (Figura 8).

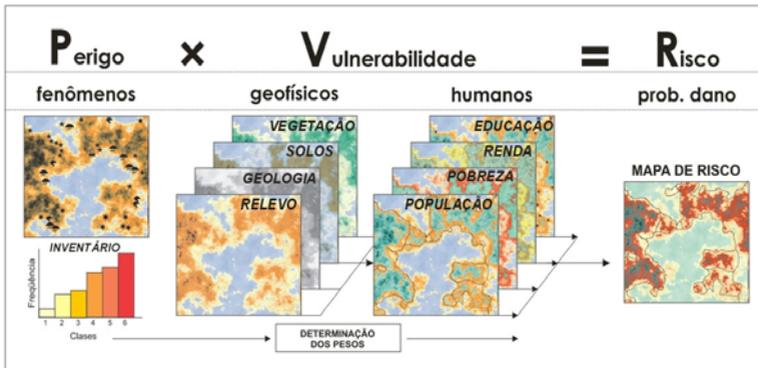


Figura 8. Parâmetros que envolvem uma análise de risco. Fonte: Marcelino, 2008.

Os SIGs são sistemas de informações destinados a trabalhar com dados referenciados a coordenadas espaciais, constituídos por programas e processos de análise, que têm como característica principal relacionar uma informação de interesse com sua localização espacial. Estes aplicativos permitem a manipulação de dados geograficamente referenciados e seus respectivos atributos e a integração desses dados em diversas operações de análise geográfica (PIROLI, 2010). Estas operações permitem que áreas sejam classificadas com suas características relativas aos riscos nela ocorrentes. Assim, os SIGs são a parte das geotecnologias que permite o processamento de dados de diversas fontes e a geração de produtos georreferenciados para serem usados tanto no planejamento, quanto na gestão, como na prevenção, e até mesmo no manejo das crises em áreas onde ocorreram eventos extremos causando desastres.

Outro exemplo da aplicação de dados geotecnológicos é mostrado na Figura 9. Nela é possível identificar as áreas de inundação do rio Jacuí, localizado na região Central do Estado do Rio Grande do Sul, a partir do uso de imagem do satélite Landsat 5, sensor TM integradas com dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Destaca-se que as imagens de satélite têm permitido a montagem de bancos de dados relacionados à cobertura da superfície terrestre já a algumas décadas. Isto faz com que na atualidade sejam uma das principais fontes de informações para gestores, planejadores e para equipes que atuam nos momentos e posteriormente aos desastres.

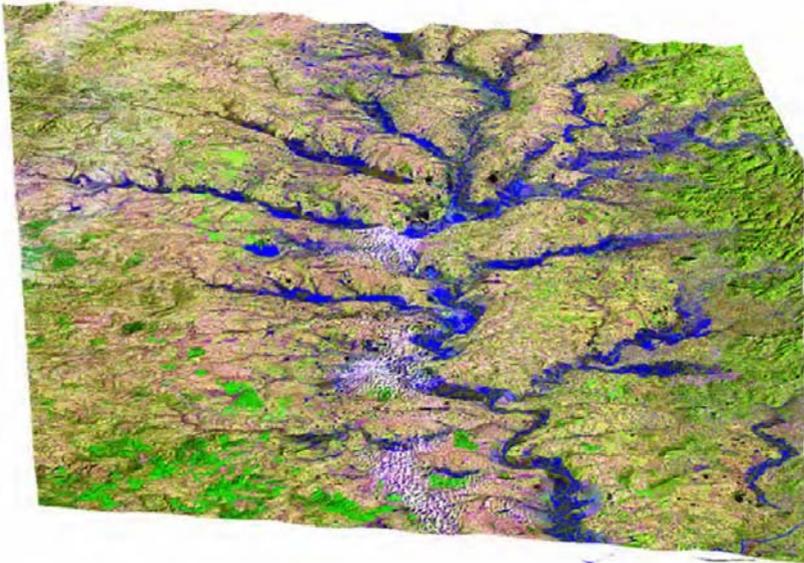


Figura 9. Imagem 3D (LANDSAT5/TM + SRTM) de inundação no rio Jacuí, RS, em 28/08/1998.

Fonte: Sausen e Narvaes, 2013.

Os produtos de sensores remotos permitem ainda que sejam feitas análises dos impactos de eventos e a quantificação dos prejuízos decorrentes destes. A Figura 10 mostra duas imagens da cidade de Yuriage, no Japão, uma do dia 04/04/2010 e outra do dia 12/03/2011, após a ocorrência do tsunami que causou grandes estragos e prejuízos no Japão, no dia 11/03/2011.



Figura 10. Imagens do satélite Geoeye de Yuriage, antes e depois do tsunami de 2011. Fonte: Geoeye.

As geotecnologias também têm sido cada vez mais usadas como as bases para a implantação de sistemas de alerta para prevenção de prejuízos relacionados a eventos extremos de diversas naturezas, sobretudo relativos ao clima. A Figura 11 mostra o exemplo de informações obtidas com dados de radares localizados nas cidades paulistas de Bauru e Presidente Prudente na noite de 10/01/2017 integrados com uma base de dados contendo os limites territoriais dos municípios da área de monitoramento dos radares, georreferenciados. Este sistema faz o monitoramento do movimento das nuvens, bem como avalia seu potencial para gerar precipitações mais ou menos severas. O resultado pode ser representado na tela do computador ou de celulares, permitindo que a população dos municípios, bem como demais interessados acompanhem a distribuição das chuvas e tomem decisões sobre realizar ou não determinadas tarefas ou se há a necessidade de maiores cuidados com patrimônio ou vidas humanas. As manchas coloridas na Figura 11 mostram a localização das nuvens e a quantidade de precipitação prevista em cada localidade com atualizações a cada 15 minutos.

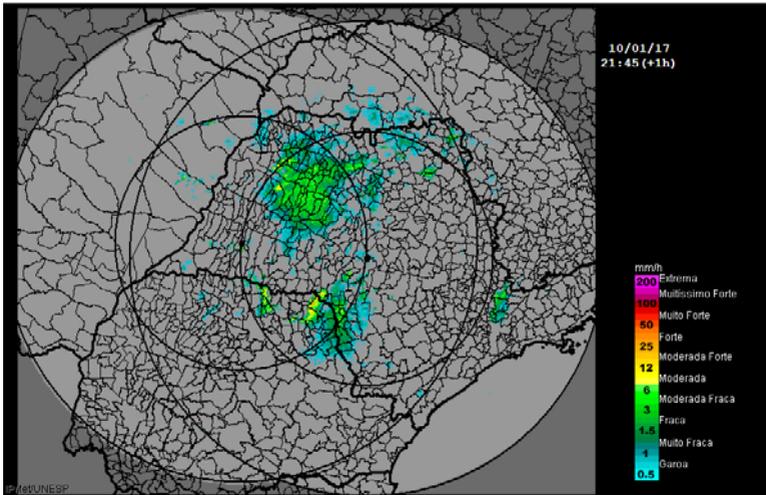


Figura 11. Imagem do site do IPMet mostrando a distribuição das nuvens e a precipitação esperada para cada município da área de cobertura dos radares³.

Estas informações permitem à UNESP (Universidade Estadual Paulista), proprietária do sistema, publicar boletins do tempo e emitir alertas informando a comunidade sobre riscos relativos às chuvas de maiores intensidades, conforme pode ser observado na Figura 12.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Bauri

Página Inicial |

IPMet - Faculdade de Ciências

Instituição

Cadastro

Radar Cidades

Imagem do Radar

Radar PPI GIS

Satélite Goes-13

Boletim do Tempo

Alertas no Twitter

Previsão Numérica

Estação Meteorológica

Chuva Acumulada

Chuva Diária

Banco de Dados

Radar-10/01/2017-22:00



Chuvas moderadas a fortes sobre o estado de São Paulo.

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas a fortes nas regiões de Araçatuba, Guararapes e Ourinhos.

Atualizado em 10/01/2017, terça-feira, às 22h25min

Leia boletim completo.

Figura 12. Parte do site do IPMet mostrando a distribuição das chuvas sobre a área de cobertura de seus radares, com destaque para o boletim do tempo.

Considerações finais

As geotecnologias surgiram nas últimas décadas e têm sido cada vez mais utilizadas para a obtenção de informações, a geração de produtos e a orientação da população quanto aos riscos decorrentes dos desastres naturais. Para que sejam de fato eficazes na redução do risco de desastres e na resiliência nos ambientes rural e urbano, é preciso, no entanto, que haja a integração dos diferentes atores na implementação e na condução dos sistemas de caracterização, monitoramento e alerta; e que sejam consideradas todas as variáveis e componentes, da área de interesse, tais como: solos, relevo, geologia, florestas, clima, água, comunidades e atividades antrópicas.

Neste contexto, a redução de riscos depende de nível adequado de conhecimento da realidade e compromisso com o desenvolvimento das comunidades a fim de que se busque a harmonização entre ocupação e uso da natureza e atividades antrópicas. Depende também de clareza e de segurança sobre o conhecimento necessário para alcançar os recursos e os meios adequados para a solução dos problemas-chave; além de mecanismos institucionais que permitam e garantam as intervenções necessárias, e de capacitação de profissionais, equilibrada em todos os níveis: organizacional, institucional e individual. Para todas estas situações é possível haver o apoio nas geotecnologias nas etapas de obtenção de dados básicos, análise e cruzamento dos mesmos, geração de cartografia em diversas escalas e monitoramento da evolução de áreas de risco, assim como de eventos extremos.

Notas

- 2 Fonte: <http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2014/09/esta-em-choque-diz-parente-de-homem-que-salvou-filhos-da-chuva.html> - acessada em 12-04-2015.
- 3 Disponível em: <http://www.ipmet.unesp.br/#>. Acesso em 10/01/2017.

Referências

- BARNETCHE, D.; MORETTI, S. D. Mapeamento de risco de deslizamentos e enchentes da bacia do rio Vadik: aspectos físicos e de ocupação urbana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.p. 102-116. (CD-ROM).
- MARCELINO, E.V. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. São José dos Campos: INPE, 2008.
- PIROLI, E. L. **Água**: por uma nova relação. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.
- PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.
- SAUSEN, T. M., NARVAES, I. S. Desastres naturais e geotecnologias: inundação. **Caderno Didático**. São José dos Campos: INPE, n. 7. 2013.

EDUCAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DESASTRES, UMA TEMÁTICA EMERGENTE E EMERGENCIAL¹

Rachel Trajber²

Carolina Tosetto Pimentel³

Andréa Eliza de Oliveira Luz⁴

Patrícia Mie Matsuo⁵

Débora Olivato⁶

Silvia Midori Saito⁷

Introdução

Os seres humanos nem sabem mais o que é natureza, pois o meio ambiente já está tão completamente penetrado e reordenado pela vida sociocultural humana, que nada mais pode ser chamado, com certeza, de apenas natural ou social. A natureza se transformou em áreas de ação nas quais precisamos tomar decisões políticas, práticas e éticas (BECK; GUIDDENS; LASH, 1997; BECK, 2011).

A mudança climática atua como um multiplicador de ameaças, pois aumenta a intensidade e a frequência de eventos extremos, exacerbando as vulnerabilidades existentes e alterando a distribuição e fornecimento de recursos (MILANEZ; FONSECA, 2011). Seus impactos se entrecruzam e agravam outras problemáticas, como crises econômicas, profundas desigualdades sociais, superconsumo para uns e precariedade para a maioria, injustiça social, ambiental e climática. Ademais, os múltiplos desdobramentos das alterações climáticas em termos de degradação da vida no planeta e da gravidade de seus erráticos impactos se encontram em rápido movimento de crescente complexidade.

1 Texto elaborado pela equipe do projeto Cemaden Educação - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais / MCTIC. E-mail: educacao@cemaden.gov.br.

2 PhD em Antropologia - Purdue University/revalidação UFSCar-SP. E-mail: rachel.trajber@cemaden.gov.br.

3 Pós-graduação em Gestão Ambiental - Anhanguera/Taubaté - SP e Engenharia de Segurança do Trabalho - Etep/SJC-SP. E-mail: carolina.pimentel@cemaden.gov.br.

4 Bacharel em Sistemas de Informação Faculdade de Pindamonhangaba/SP. E-mail: andrea.luz@cemaden.gov.br.

5 Mestre em Ecologia e Recursos Naturais - UENF/RJ. E-mail: patricia.matsuo@cemaden.gov.br.

6 Doutora em Geografia - Universidade de São Paulo - USP. E-mail: debora.olivato@cemaden.gov.br.

7 Doutora em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: silvia.saito@cemaden.gov.br.

Agradecimentos:

Ao Dr. Marlon da Silva, ex-colaborador do projeto, pela orientação e desprendimento em ajudar-nos.

O desastre associado a inundações e deslizamentos que ocorreram nos sete municípios da Região Serrana do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, fez com que, no final daquele mesmo ano, fosse criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). Vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações, o Cemaden tem como objetivo desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil. Faz parte de sua missão o *“aumento da consciência e consequente prontidão da população em risco, induzindo ações efetivas e antecipadas de prevenção e redução de danos”*. Desde então, foram criados projetos de relacionamento com a sociedade para promover a cultura da percepção de riscos por meio do monitoramento e prevenção de desastres em todo o país.

Cada vez mais há consenso sobre a necessidade de se envolver a sociedade na gestão e prevenção de desastres socioambientais frente aos eventos danosos, tanto os recorrentes quanto os futuros. A ONU orienta para que todos os países elaborem e executem programas de educação e ainda fomenta a participação pública no tratamento da mudança do clima e gestão de riscos. E o conhecimento sobre esses fenômenos pode salvar vidas, como o caso de Tilly Smith, a menina britânica de dez anos, que aprendeu sobre os tsunamis na aula de geografia e conseguiu evitar a morte de mais de 100 pessoas na Tailândia, em 2004 (KOBİYAMA et al., 2007).

Embora existam esforços locais envolvendo educação em mudanças climáticas e prevenção de riscos de desastres desenvolvidas por universidades, ONGs, defesa civil, os dados apontam para um universo institucional ainda fragilizado. As iniciativas são descoordenadas no que se refere à formulação, implementação, acompanhamento e avaliação de projetos e ações.

Nesse contexto, o Cemaden criou os projetos Pluviômetros nas Comunidades (PPC), que atua na educação não-formal, e o Cemaden Educação, que tem seus alicerces nos acúmulos das políticas públicas de educação ambiental (SORRENTINO et al., 2005), mais voltada para comunidades escolares. Atualmente os dois projetos se encontram em processo de integração e expansão, buscando mesclar os âmbitos formal, não-formal e informal da educação (GOHN, 2006).

No presente capítulo, são apresentados exemplos de práticas desenvolvidas no âmbito dos dois projetos experimentais envolvendo o monitoramento realizados em sete escolas municipais de Lorena e uma escola de ensino médio em Cunha, os municípios se situam na região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. A última parte trata da Campanha de mobilização #AprenderParaPrevenir.

Pluviômetros nas Comunidades

Em dezembro de 2012, o Cemaden lançou o Projeto Pluviômetros nas Comunidades (PPC) cujo objetivo é introduzir a cultura da percepção de riscos de desastres naturais no Brasil, envolvendo a população que vive em áreas de risco e

fortalecendo as capacidades locais de enfrentamento de eventos adversos. O projeto conta com a distribuição de pluviômetros semiautomáticos.

Inicialmente, o Cemaden adquiriu 1375 pluviômetros semiautomáticos, equipamentos capazes de armazenar dados de precipitação. O público-alvo do PPC são órgãos públicos e entidades sem fins lucrativos envolvidos com atividades voltadas para a prevenção de desastres naturais.

De abril de 2013 a junho de 2017, mais de 1050 pluviômetros já foram doados a municípios de todas as regiões do Brasil, afetados por deslizamentos e inundações. Uma rede observacional, ainda que não operacional, foi constituída em caráter inédito no país. Dados de chuva estão sendo coletados por parceiros em quase 300 municípios. Os pluviômetros estão instalados, em sua maioria, em sedes de associações comunitárias, residências de líderes comunitários, sedes de defesa civil e bombeiros, postos de saúde e escolas.

O pluviômetro instalado realiza de forma automática a medida e o armazenamento dos valores de intensidade e do acumulado de precipitação pluviométrica que ocorre sobre um determinado local. A leitura destes valores é realizada diretamente em um visor digital, sendo que o sistema de armazenamento de dados apresenta funcionalidades que permitem a conexão de um dispositivo externo para a retirada das informações, que poderão ser transmitidas, manualmente, por equipes das comunidades das áreas de risco para o Cemaden. A Figura 1 mostra pluviômetros semiautomáticos utilizados pela comunidade.



Figura 1. Pluviômetros semiautomáticos em operação na comunidade

Cemaden Educação – rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres

Criado em 2014 como um projeto piloto em três escolas, o Cemaden Educação visa contribuir para a prevenção de riscos de desastres socioambientais no amplo contexto da educação ambiental e da construção de escolas sustentáveis e resilientes.

O projeto foi pensado para dar respostas à prioridade de propiciar ações socioeducativas para prevenção de riscos de desastres ambientais, uma ação acordada em documentos internacionais como a Convenção sobre Mudança do Clima e, especialmente, os Marcos de Ação de Hyogo e Sendai (UNISDR, 2005 e 2015), e também

em consonância com os marcos legais nacionais. O Cemaden Educação se integra ao projeto Pluviômetros nas Comunidades, fortalecendo assim o objetivo de introduzir a cultura da percepção de riscos de desastres naturais no Brasil.

O Cemaden Educação atua junto às escolas de ensino médio localizadas em municípios vulneráveis a desastres, defesas civis, órgãos não-governamentais e instituições de interesse educacional.

Além de fazer a gestão participativa de intervenções com sua comunidade, cada escola parceira se torna um *Cemaden micro-local*, um espaço de realização de pesquisas, monitoramento e compartilhamento de dados. Trata-se da utilização criativa das novas tecnologias de informação e comunicação em três eixos complementares:

- *Ciência cidadã*: pesquisa, coleta de dados locais, análise e disponibilização de resultados em rede;
- *Compartilhamento de informações*: por meio de um sistema colaborativo (*crowdsourcing*) entre as escolas participantes;
- *Com-Vidação*: Comissão de Prevenção de Desastres e Proteção da Vida, envolvendo escola, comunidade, defesa civil entre outros atores sociais para a gestão participativa de intervenções na comunidade.

A Figura 2 mostra um diagrama que ilustra as ações do Cemaden Educação e seus respectivos atores na prevenção de riscos causados por desastres naturais.



Figura 2. Estrutura básica do projeto Cemaden Educação

O site do projeto Cemaden Educação - <http://educacao.cemaden.gov.br> - foi desenvolvido para apoiar esses três eixos e ainda abre espaço para as escolas divulgarem os resultados de suas pesquisas e ações em redução de risco de desastres (RRD). Em interação com o Cemaden, as escolas produzem conhecimentos sobre seu território, fazem projetos de intervenção local e atuam na prevenção de riscos de desastres socioambientais.

As atividades sugeridas pelo Cemaden procuram dialogar com os professores e agentes orientadores do processo junto aos alunos, relacionando as pesquisas científicas sobre o entorno da escola com os componentes curriculares. Exercícios elaborados em

três níveis de aproximação com a temática de prevenção de risco de desastres apoiam o professor para integrar os conteúdos trabalhados no ensino médio. Dessa maneira, as atividades colaboram para a produção de conhecimento local e também promovem uma concepção curricular mais crítica, considerando que a escola não pode ser concebida como apenas um espaço que reproduz uma cultura, mas um ambiente que dialogue com a ciência e os saberes e práticas imersas em uma cultura local (CARVALHO et al.,2009).

O Cemaden Educação estabelece parcerias com escolas por meio das secretarias de educação para o desenvolvimento de projeto interdisciplinar em educação para prevenção e redução de desastre. Foi oferecido apoio pedagógico especializado e doação de equipamento – pluviômetro semiautomático. As ações se dão em diversos âmbitos de aprendizagem, tais como oficinas de formação, instalação de pluviômetro semiautomático com orientação do uso pedagógico do equipamento, iniciação à pesquisa, com os estudantes orientados para desenvolver levantamentos de dados biofísicos e socioculturais em sua microbacia hidrográfica, com foco nos possíveis impactos gerados pela ocupação humana, que podem provocar desastres. Além da formação da Com-Vidação – Comissão de prevenção de desastres e proteção da vida, um grupo de gestão participativa liderado por estudantes que buscam a participação da comunidade e que juntos atuam nas intervenções, mobilização e controle agregando novos parceiros e instituições locais e regionais de proteção social e cidadania, como agentes da defesa civil, integrantes de ONGs, Pluviômetros nas Comunidades, servidores de Unidades de Conservação, entre outros.

Pesquisas e conhecimentos em redução de riscos de desastres: o caso de escolas de Lorena e de Cunha - SP

O acordo de cooperação técnica firmado entre o Cemaden e a Prefeitura Municipal de Lorena deu origem ao Projeto Lorena Resiliente, envolvendo pesquisadores do Cemaden, professores, gestores municipais, defesa civil, comunidade, instituições acadêmicas e não-governamentais, organizados em três grupos de trabalho educação, defesa civil e meio ambiente e saúde. O objetivo foi diminuir o risco de desastres, por meio da atuação intersetorial e conjunta, concretizado em três etapas, ao longo de oito meses: seminário de integração, palestras técnicas de pesquisadores do Cemaden e gestores municipais, e encontro dos grupos de trabalho do Projeto Lorena Resiliente para discutir o planejamento das ações futuras.

O planejamento participativo do grupo de educação definiu a realização de duas formações de gestores das sete escolas municipais de Ensino Infantil, Fundamental I e II, onde foram instalados pluviômetros semiautomáticos, com um seminário para apresentação do resultado dos trabalhos das escolas.

Os gestores, em conjunto com o corpo docente de cada escola, encararam o desafio de adaptar as formações para a sua realidade, pois o Cemaden Educação atua prioritariamente com o ensino médio. As informações técnicas foram tratadas de forma

didática e interativa em dinâmicas de grupo, observações de campo etc. Algumas atividades realizadas nas oficinas são ilustradas na Figura 3.



Figura 3. Oficinas de capacitação dos professores em Lorena - SP

No evento final, as escolas mostraram a versatilidade das metodologias e inovações que envolveram alunos, pais e comunidades locais, na abordagem de temas complexos como clima, desastres, sustentabilidade, práticas e ações no meio ambiente, além da utilização do pluviômetro para monitoramento das chuvas. Os alunos demonstraram os conhecimentos adquiridos em atividades como história oral, (resgatando experiências das comunidades com os eventos extremos), utilização de murais, música, dança, criação de vídeos, entre outros.

A Figura 4 mostra alguns dos materiais produzidos, como um mural com desenhos que demonstram a percepção de risco de crianças de 9 anos de idade e pluviômetro artesanal feito a partir de uma garrafa PET.

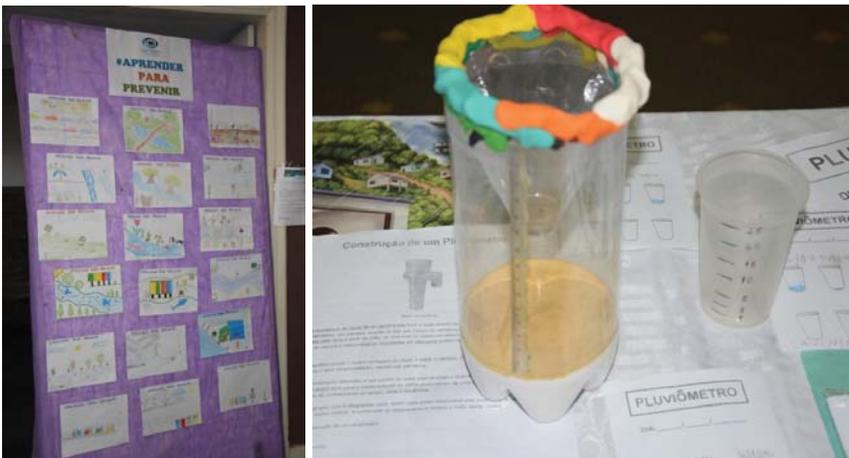


Figura 4. Painel expositivo e pluviômetro produzido pelos alunos

As escolas e comunidades se reuniram no teatro São Joaquim e apresentaram músicas, teatro e trabalhos pedagógicos teóricos e práticos com a temática de redução de riscos de desastres. O evento revelou a produtividade dos alunos do ensino fundamental em observação, pesquisa e monitoramento envolvendo ciências, história, geografia, arte e matemática. Um exemplo foi o diagnóstico da situação do Ribeirão Mandi, que inunda as áreas próximas da escola; os alunos constataram, por um lado, problemas de assoreamento, presença de lixo nas margens, falta de vegetação, por outro lado, conversaram com pessoas que plantam nas margens e que ajudam a cuidar do rio.

Em Cunha, os trabalhos mobilizaram cerca de 900 alunos do ensino médio da Escola Estadual Paulo Virgínio. Os jovens realizaram atividades de pesquisas com metodologias interdisciplinares para a identificação das áreas de risco e as ações para prevenção de desastres naturais na região. A escola dedicou um bimestre à temática de desastres, definiu que todos os alunos do ensino médio atuassem em grupos de pesquisas, cujos resultados seriam acompanhados e posteriormente avaliados por uma banca formada por professores.

As experiências e aprendizagens adquiridas durante os trabalhos de pesquisas foram apresentadas aos pesquisadores do Cemaden, à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá, à comunidade e ONGs locais no evento *Diálogos de Cidadania na Prevenção de Desastres Socioambientais*, organizado na escola. A Figura 5 mostra a participação dos alunos no evento.



Figura 5. Apresentação dos alunos em evento na escola

Os estudantes apresentaram aos pesquisadores do Cemaden os resultados de experiências e observações sobre os impactos dos desastres naturais na comunidade, identificação e mapeamento das áreas de risco e de vulnerabilidades, produção de maquetes das bacias hidrográficas, acompanhamento e monitoramento da chuva, além dos experimentos realizados com diversos tipos de pluviômetros. A Figura 6 demonstra alunos durante a produção de maquetes na oficina de bacias hidrográficas.



Figura 6. Oficina de produção de maquetes de bacias hidrográficas

Na avaliação dos alunos, muitas experiências e conhecimentos foram adquiridos por meio das pesquisas científicas e das entrevistas com os moradores impactados pelas inundações na região. Em especial os grupos que encontraram imprevistos e obstáculos para a realização de suas propostas iniciais apresentaram soluções e inovações ao concluírem os trabalhos. Por exemplo, um grupo que produziu pluviômetros artesanais para efetuar o monitoramento das chuvas encontrou dificuldades com materiais mais ou menos adequados a serem utilizados; testou solo cimento, tipos diferentes de garrafas pet, modos de fixação do pluviômetro para facilitar a leitura e acabou fazendo o trabalho sobre pluviômetro artesanais.

Vale destacar que o pluviômetro semiautomático instalado na escola serve para múltiplas atividades e pesquisas. O equipamento é utilizado para coleta de dados diários, monitoramento das chuvas e divulgação de informações à comunidade escolar, em caso de extremos à risco de inundação e escorregamento de terra. Também foi utilizado como referência para calibrar e/ou comparar, os dados dos pluviômetros de PET produzidos e instalados pelos estudantes em área de risco de escorregamento de terra, em comunidades vulneráveis. Diversas pesquisas realizadas incluíram a busca de soluções junto à comunidade, ouvindo e documentando as sugestões das pessoas. Um dos grupos de jovens instalou um pluviômetro artesanal em uma casa situada em área que, segundo os estudantes, era de risco. Produziram e deixaram o pluviômetro e uma planilha com a moradora idosa. Quando perceberam que ela não sabia ler, adaptaram todas as marcações utilizando um sistema de cores.

Essas atividades foram além da pesquisa científica, pois geram troca de conhecimento, novas amizades e muita generosidade com os moradores de áreas de risco. As atividades também despertaram, por parte dos alunos, o interesse por carreiras profissionais nas áreas científicas e sociais a partir da realização de atividades efetivadas em campo, onde interagiram com o ambiente e com os moradores, conforme vemos na Figura 7.



Figura 7. Alunos em atividade de campo em áreas de risco e com moradores locais (fotos tiradas pelos alunos)

Aprender para prevenir: campanha de mobilização para escolas e defesas civis

Em lembrança do Dia Internacional da Redução de Desastres Naturais (13 de outubro) da Organização das Nações Unidas (ONU), o Cemaden Educação promove a Campanha #AprenderParaPrevenir para mobilizar as escolas e difundir a cultura da prevenção, a Campanha visa também identificar, mapear, divulgar e valorizar propostas e práticas pedagógicas desenvolvidas no Brasil. Este é um convite para a sociedade se engajar na Redução de Riscos de Desastres, uma temática emergente e emergencial voltada para a melhoria da qualidade de vida das nossas comunidades.

A primeira edição da Campanha #AprenderParaPrevenir aconteceu em outubro e novembro de 2016, em parceria com a Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (SEE-SP), por meio da Coordenadoria de Gestão da Educação Básica (CGEB) e Centro de Ensino Fundamental Anos Finais, Ensino Médio e Educação Profissional (CEFAF) e a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de São Paulo (CEDEC).

Ela teve a participação de 110 escolas do Ensino Fundamental (6º ao 9º anos) e Ensino Médio, sendo 101 escolas paulistas e nove escolas de cinco estados do Brasil (AC, MG, PE, RJ e SP) por meio do envio de fotos/vídeos produzidos ou ideias de novos projetos sobre a temática.

Do total de registros completos, 79,6% representaram atividades educativas realizadas em 2015 e 2016 que envolveram desde palestras, debates, pesquisas, entrevistas com moradores, instalação de estação meteorológica, confecção e monitoramento de pluviômetros artesanais, estudos do meio, mapeamento das áreas de risco no entorno da escola, produção de folhetos, até a criação de uma rádio escola e o “Clube do Risco”. As demais escolas (20,4%) apresentaram propostas de futuros projetos/atividades para serem implementados no ano letivo de 2017, como a difusão de informações sobre riscos de desastres para a comunidade escolar, análise de dados pluviométricos para prevenção de desastres naturais, elaboração de um Plano de Contingência de Desastres e simulados com a Defesa Civil. A seguir são apresentadas algumas experiências de

escolas que já estão desenvolvendo ações educativas na prevenção de desastres.

A Escola Estadual Prof.^a Florentina Martins Sanches em Ubatuba/SP, já aborda a prevenção de riscos de desastres naturais desde 2011. A escola possui parcerias com a Defesa Civil Estadual e com o Instituto Geológico SMA/SP, esta última instituição já colaborou na iniciação científica de 10 estudantes do Ensino Médio em duas linhas de pesquisa: 1) análise e perigo de inundações e movimentos de massa em escolas de Ubatuba com base em Sistema de Informação Geográfica e 2) monitoramento de áreas de risco de escorregamento de terra, situadas nas comunidades do entorno da escola⁸.

A Escola Estadual Prof. Exedito Camargo Freire em Campos do Jordão/SP, mostrou uma iniciativa desenvolvida em parceria com o Comitê de Bacia Hidrográficas da Serra da Mantiqueira (CHB-SM) e a defesa civil do município. Inicialmente foram realizadas ações formativas sobre prevenção de riscos de desastres voltadas para os alunos, e em seguida, foi realizado um trabalho de campo a fim de identificar as áreas de risco no entorno da escola, pretendendo-se construir um plano de ação para contribuir com a formação de agentes multiplicadores.



Figura 8. Trabalho de campo com os alunos da E. E. Prof. Exedito Camargo Freire

A Escola Estadual Aroldo Donizete Leite em São Pedro/SP, implementou o projeto “Vigilantes do Clima”. A escola construiu uma estação meteorológica com materiais recicláveis e de baixo custo (pluviômetro, anemômetro, biruta, termohigrômetro e abrigo adequado), coleta e registro de dados da estação.

A Escola Estadual Professor Ayres de Moura no município de São Paulo/SP, realizou o projeto “Principais áreas de risco” com o mapeamento dos locais com áreas de riscos e com depoimento de moradores sobre diversas questões, entre elas a problemática do

descarte irregular do lixo e a sua relação com os desastres. Os resultados do projeto serão utilizados para elaboração de um documento a ser encaminhado para as autoridades⁹.

A Escola Estadual Parque Piratininga III no município de Itaquaquecetuba/SP, iniciou o projeto “Farejando riscos para prevenir desastres” que possui como um dos objetivos a identificação das áreas de risco (enchentes e deslizamentos) no entorno da escola. O projeto teve início com a criação de uma mascote, um lobo-guará chamado Lucas – o farejador de riscos.

A Escola Estadual Governador Milton Campos no município de São João Del Rei/MG, desenvolve desde 2014 ações em parceria com a Universidade Federal de São João Del Rei pelo programa “Educação para o risco” para a criação nos alunos da percepção sobre o risco e suas formas de prevenção e mitigação. Dentre as atividades realizadas, destaca-se a criação da Rádio Escola com o programa “Hora do Risco” e criação do “Clube do Risco”.



Figura 9. Folder produzido pelo “Clube do Risco”

As escolas receberam certificados de participação e uma devolutiva técnica-pedagógica sobre os relatos inscritos na Campanha. Quatro pluviômetros semiautomáticos do Cemaden e seis kits educativos do CEDEC foram sorteados entre as escolas participantes.

Os principais resultados da #AprenderParaPrevenir foram estimulantes para uma temática cuja presença não é comum na escola, nem na sociedade brasileira, além dos aprendizados para futuras campanhas considerando a importante ampliação para o Brasil. Assim, a primeira edição da campanha pode ser vista como um incentivo para a introdução e/ou ampliação das práticas pedagógicas em prevenção de desastres, ao mesmo tempo em que se esboça um mapeamento das ações realizadas.

A segunda edição acontece no período de junho a outubro de 2017 e novamente abre um espaço para que escolas de todo o país divulguem seus projetos de prevenção de riscos de desastres socioambientais do período de 2016 e 2017 e também para quem nunca fez atividades no tema possa ter oportunidade de criar novas propostas para 2018. A novidade da segunda Campanha é a inclusão da categoria Defesa Civil para ações e projetos educacionais com escolas e comunidades¹⁰.

A premiação não é competitiva: os participantes inscritos concorrem ao sorteio de dez pluviômetros semiautomáticos, doação do Cemaden, além de kits de publicações técnicas e pedagógicas doadas por entidades parceiras, até o momento com publicações da Defesa Civil do Município do Rio de Janeiro, a Defesa Civil do Estado de São Paulo (Cedec-SP), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-SP), o Instituto Geológico (IG-SP) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para aumentar a abrangência nacional, nesta segunda edição a campanha conta com apoio de divulgação do Conselho Nacional de Secretários da Educação (Consed) e da União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime).

Desta maneira, espera-se que as ações desenvolvidas por estas escolas estimulem e inspirem outras escolas, tanto no estado de São Paulo como em todo o território nacional, a trabalharem esta temática tão fundamental para a proteção da vida e cada vez mais presente no nosso cotidiano.

Perspectivas do futuro: a importância do monitoramento para a prevenção

Medidas de educação realizadas diretamente em escolas e comunidades devem se inserir em todas as fases do ciclo de gerenciamento de desastres que, por sua vez, envolve o antes, o durante e o depois de um evento. Antes do desastre, na fase preventiva, em que deve se dar a integração de políticas públicas (plano diretor, zoneamentos ambientais, legislação etc.) com a educação ambiental. A educação também pode contribuir fortemente para a fase preparatória dos momentos que antecedem o impacto, que se dá por meio dos sistemas de monitoramento, previsão (meteorológica e hidrológica) e de alerta. Tudo isso, sem alarme ou medo, que podem causar imobilismo e apatia diante do inevitável, mas proporcionando motivação, conhecimentos, prevenção e, em especial, potência para agir (MARCELINO, 2007; TOMINAGA, 2009).

Políticas públicas de educação ambiental, de mudanças climáticas para a prevenção de riscos de desastres nos âmbitos formal, não formal e informal, demandam urgência na articulação institucional, um consenso de valores e princípios com

responsabilidade e empenho para a construção de escolas, comunidades e municípios sustentáveis e resilientes. Ações de caráter educativo, de aprendizagem e de mobilização social como os processos desenvolvidos pelo Cemaden possibilitam propiciar uma melhor qualidade de vida para a coletividade, contribuindo para a formação de uma rede de proteção do país partindo das pessoas conscientes de sua cidadania planetária.

Notas

8 Para conhecer mais o projeto, o link do vídeo produzido pela escola está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cMgsZDVa8lw>.

9Veja o vídeo produzido pela escola em: <https://www.youtube.com/watch?v=FzKsKt5gBcg>.

10 <http://educacao.cemaden.gov.br/aprenderparaprevenir2017>

Referências

BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo: Unesp, 1997.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

CARVALHO, N. L.; SOARES, M. N.; QUEIRÓS, W. P.; ANDRADE, J. A. N.; PÉREZ, L. F.M. Uma análise crítica da proposta curricular do estado de São Paulo para o ensino de ciências: ideologia, cultura e poder. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio-Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 11-25, 2006.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos (versão preliminar)**. Santa Maria: INPE, 2007.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 2, p. 82-100, 2011.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, R.; FERRARO JUNIOR, L. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

UNISDR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Genebra, 2015. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

UNISDR. **Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters**. Genebra: ONU, 2005. Disponível em: <<http://www.refworld.org/docid/42b98a704.html>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

GEOMORFOLOGIA APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL: POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES

Jurandyr Luciano Sanches Ross¹

Marisa de Souto Matos Fierz²

Introdução

O entendimento do relevo e sua dinâmica passam, obrigatoriamente, pela compreensão do funcionamento e da inter-relação das demais componentes naturais (água, solo, subsolo, clima e cobertura vegetal). Este modo de entender as formas do relevo é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial. Esse planejamento com viés ambiental-territorial deve levar em conta as potencialidades dos recursos e as fragilidades dos ambientes naturais associando a capacidade tecnológica e as condições socioculturais.

Fato que deve estar permanentemente em alerta nas pesquisas de geomorfologia é que as formas do relevo de diferentes tamanhos têm explicação genética e são correlacionadas e interdependentes às demais componentes da natureza. A superfície terrestre, que se compõe por formas de relevo de diferentes tamanhos ou táxons, de diferentes idades e processos genéticos distintos, é, portanto, dinâmica, ainda que os olhos humanos não consigam acompanhar os processos envolvidos nesta dinâmica. A dinamicidade das formas do relevo representa velocidades diferenciadas, mostrando-se ora mais estável, ora mais instável. Tal comportamento depende de fatores naturais e também da interferência humana.

Neste trabalho, a preocupação básica é por em evidência que a execução de estudos técnicos de caráter geomorfológico engajado ao planejamento socioeconômico e ambiental com a utilização de imagens de sensores remotos e o controle sistemático de campo, tem utilidade social. Por isso tem-se como fim a geração de mapas geomorfológicos com legenda integrada, que possibilita leitura direta, e cujo produto subsidie o planejamento ambiental em espaços físico-territoriais de diferentes dimensões.

1 Departamento de Geografia USP. E-mail: juraross@usp.br.

2 Departamento de Geografia USP. E-mail: msmattos@usp.br.

Os fundamentos teórico-metodológicos

A fundamentação teórico-metodológica, que se aplica para trabalhar a pesquisa geomorfológica, tem suas raízes na concepção de Walter Penck (1953) que definiu com clareza as forças geradoras das formas de relevo terrestre, ou seja, o antagonismo das forças motoras dos processos endógenos e exógenos. As forças endógenas se relevam por meio dos processos ativos, comandados pela dinâmica da crosta terrestre e oceânica e pela resistência ao desgaste que a litologia e seu arranjo estrutural oferece a ação dos processos exógenos influenciados pelo clima. Neste caso é uma ação passiva constante, porém, desigual, face ao maior ou menor grau de resistência da litologia.

A ação exógena é também de atuação constante e também diferencial, tanto no espaço quanto no tempo, face às características climáticas locais, regionais e zonais e às mudanças climáticas ao longo do tempo. O processo de meteorização, erosão e transporte, se exerce tanto pela ação mecânica da água, do vento, da variação térmica como pela ação química da água, que transforma minerais primários em secundários e simultaneamente esculpe as formas do relevo.

Tendo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos como geradores das formas grandes, médias e pequenas do relevo terrestre, Gerasimov (1946) e Mecerjakov (1968), desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. As unidades morfoesculturais são produtos de ação climática atual, e também dos climas do passado. Refletem também a influência da diversidade de resistência da litologia, e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. Deste modo, em uma determinada unidade morfoestrutural, que reflete as diversidades litológicas, os tipos climáticos que atuaram no passado e os que atuam no presente, podem esculpir uma diversidade de morfoesculturas. A resistência dos materiais também influencia diretamente no equilíbrio dinâmico que rege os processos geomorfológicos, tal como afirma Hack (1960).

Tomando-se como exemplo a morfoestrutura de uma grande bacia sedimentar, pode-se encontrar nela várias unidades morfoesculturais. Baseando-se na interpretação genética têm-se dois níveis de entendimento; o primeiro taxon que se caracteriza pela morfoestrutura da bacia sedimentar, que pelas suas características estruturais define um determinado padrão de formas grandes do relevo; o segundo taxon, são as unidades morfoesculturais, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio dessa morfoestrutura. Pode-se ter nessa unidade morfoestrutural, depressões periféricas, depressões monoclinais, planaltos e chapadas de superfícies de cimeira, planaltos residuais entre outros. O terceiro taxon (de dimensão inferior) corresponde às Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do Relevo, ou Tipos de Relevo ou Modelados, que é onde os processos morfoclimáticos atuais podem ser mais facilmente notados. Estes padrões de Formas Semelhantes são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de

cada padrão existente. Podem-se ter várias Unidades de Tipos de Relevos ou modalidades Padrões de Formas Semelhantes em cada Unidade Morfoescultural.

As formas de relevo individualizadas dentro de cada Unidade de Tipos de Relevos corresponde ao 4º táxon na ordem decrescente. As formas de relevo desta categoria tanto podem ser as de agradação tais como as planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres entre outros ou as de denudação resultantes do desgaste erosivo, como colinas, morros, cristas, escarpas, patamares erosivos, entre outros. Assim, uma unidade de Padrão de Formas Semelhantes constitui-se por grande número de formas de relevo do 4º táxon.

O 5º táxon na ordem decrescente são as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. As vertentes de cada tipologia de forma são geneticamente distintas, e cada um dos setores destas vertentes também se mostram diferentes. Esses setores podem apresentar inclinações diversas que também ajudam a definir as suas características.

O sexto táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos as voçorocas, ravinhas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, terracetes de pisoteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem. Podem-se se citar ainda as formas antrópicas como cortes, aterros, desmontes de morros entre outros.

Os mapeamentos geomorfológicos devem seguir as determinações da União Geográfica Internacional, ou seja, os mapas Geomorfológicos devem representar as formas de relevo nos aspectos morfológicos (morfográficos), morfométricos, morfocronológicos e morfogenéticos. Fato de grande complexidade é discernir os níveis de representação dos fatos geomórficos em função da dimensão deles e da escala de representação escolhida.

Fragilidade e potencialidade das formas do relevo

Os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem as intervenções das ações humanas. Em função de todos os problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias que têm marcado a história da humanidade, torna-se cada vez mais urgente o Planejamento Territorial com perspectiva econômica, social e ambiental. Assim sendo, a preocupação dos planejadores, políticos e a sociedade como um todo, ultrapassa os limites dos interesses de desenvolvimento econômico e tecnológico, mas também deve preocupar-se com o desenvolvimento que leve em conta as potencialidades dos recursos e, sobretudo, as fragilidades dos ambientes. Nesta perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território,

quer seja ele, municipal, estadual, federal, bacia hidrográfica ou qualquer outra unidade, é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial.

A funcionalidade dos ambientes naturais, bem como os alterados pelas ações humanas são comandados pela energia solar através da atmosfera, hidrosfera e pelas energias da Terra que se manifestam na litosfera (relevo – solo – rocha). A troca permanente de energia e matéria que se processa nestas grandes massas, aliadas a presença da água em seus três estados físicos, permite a existência da vida animal e vegetal no planeta.

Grigoriev (1968), define estas interações como sendo o “Estrato Geográfico da Terra”, ou seja, uma estreita faixa compreendida entre a parte superior da litosfera e a baixa atmosfera, correspondendo ao ambiente que permite a existência do homem como ente biológico e social, bem como os demais elementos bióticos da natureza.

A natureza é, desta forma, estruturada em sistemas ambientais naturais (Figura 1), onde cada uma de suas componentes só existem em complementação combinada com a outra, e ao mesmo tempo cada componente pode ser entendido em sua dinâmica específica. A atmosfera tem uma dinâmica própria que se expressa, sobretudo pelos climas; a hidrosfera está em permanente movimento, por meio dos rios; a litosfera tem movimentos tectônicos curtos e de alta intensidade, mas o que prevalece são os lentos e de atuação constante; os vegetais e os animais são os mais sensíveis aos efeitos de mudanças naturais e/ou humanos e por isso são os mais frágeis e em constante mutação. Essa dinâmica, se manifesta em todas as dimensões (multidimensional) e só existe porque cada uma dessas partes depende umas das outras e das energias que atuam sobre elas. A energia solar, as energias da Terra como a força gravitacional, a energia do magmatismo terrestre, a força inercial que permite os movimentos rotacionais e translacionais do planeta, os elementos minerais das rochas que decompostas quimicamente compõem os solos e estes, associados à água, alimentam os vegetais, os animais e os microorganismos. O processo é contínuo, mas com diferentes intensidades de fluxos energéticos e de materiais. Os Sistemas Ambientais Naturais são movidos pelas diferentes energias e matérias que se manifestam através dos fluxos de água, de ar/calor, de nutrientes minerais, de elementos químicos, de sedimentos, dos átomos, das células. São, entretanto, o ar e a água os elementos fluidos que possibilitam as transferências constantes de materiais entre as partes, porque através destes as reações físicas e químicas se processam tanto por entre componentes físicos como biológicos e neste último inclui-se os vegetais, os animais, os microrganismos e os humanos. Isso tudo se manifesta concretamente no espaço geográfico total, ou seja, em um território, que não pode ser pensado só em um plano horizontal ou bidimensional da superfície da Terra, mas em todas as suas dimensões.

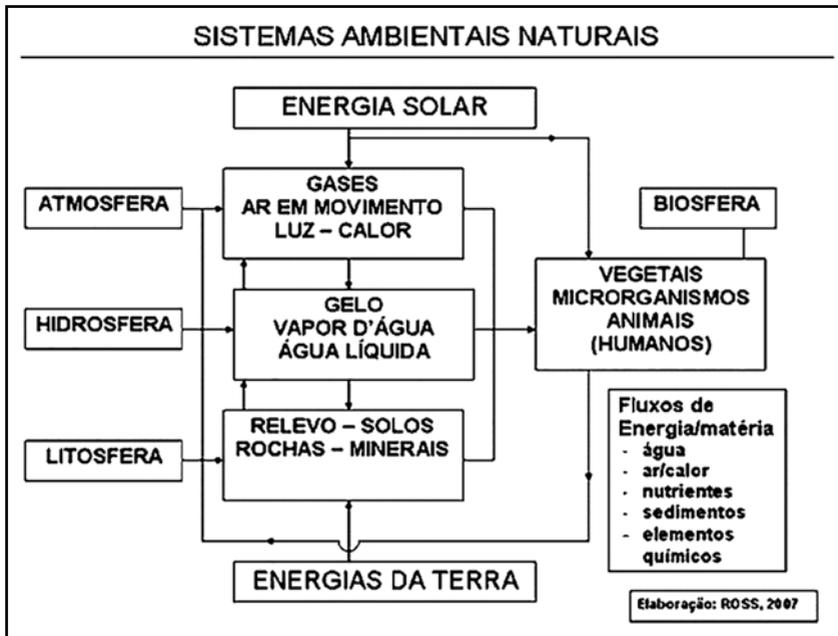


Figura 1. Estrutura Funcional da Natureza.

As organizações humanas ou sociais se estruturam e funcionam apoiadas em outra lógica, que se definem por sistemas socioeconômicos. Toda organização social ou sistema socioeconômico depende diretamente dos recursos da natureza, do trabalho humano, da base financeira, e de uma superestrutura governamental, o Estado que se impõe através dos instrumentos regulatórios (leis e tributos fiscais). À semelhança da natureza, os sistemas socioeconômicos, se estruturam em componentes ou setores (Figura 2). Basicamente, entende-se que as mais diferentes organizações socioeconômicas estão articuladas e funcionam por ações combinadas entre os setores financeiros, produtivo primário, produtivo de transformação, comercialização/serviços e consumo e o Estado como poder máximo e regulador. Esses setores representam as componentes dos sistemas socioeconômicos, e do mesmo modo que nos sistemas naturais, são interdependentes e são articulados através dos fluxos de dinheiro, de mercadorias, de documentos, de informações, de pessoas, mas todos estão direta ou indiretamente na dependência dos recursos naturais (água, ar, minerais energéticos e não energéticos, agricultura, pecuária, silvicultura etc.).

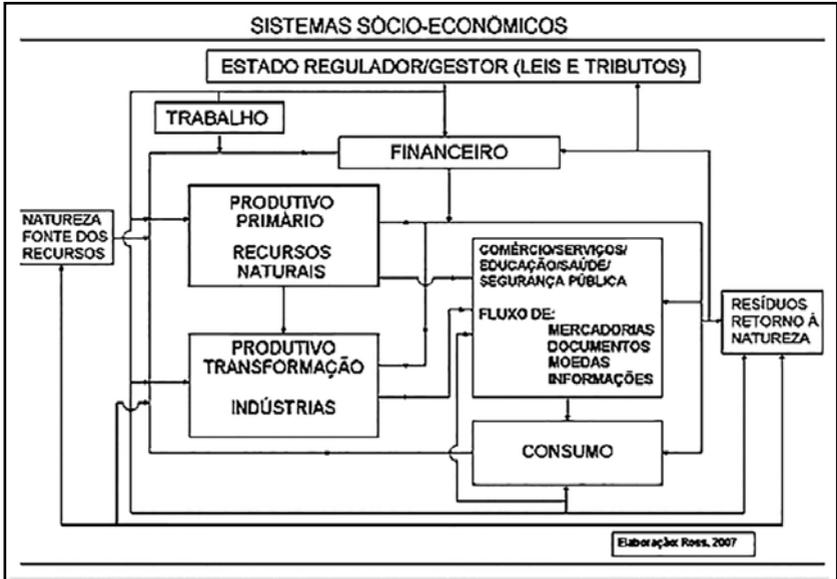


Figura 2. Estrutura Funcional da Sociedade

Os sistemas socioeconômicos podem ser mais dinâmicos, ou seja, mais vigorosos ou menos vigorosos, isso vai depender de uma diversidade de fatores, mas a capacidade maior ou menor do consumo e a disponibilidade de recursos financeiros define a intensidade da dinâmica econômica e social. A intensidade dos fluxos dos sistemas socioeconômicos é regida pelo Estado (leis e tributos) e pelos investimentos financeiros aplicados nos setores produtivos e no consumo, mas tudo também depende do trabalho humano, que será mais necessário quanto mais intenso for a dinâmica do sistema. A capacidade produtiva torna-se mais eficiente, quanto maior for o grau de tecnificação do sistema e, portanto, a intensidade da dinâmica econômica tem uma relação direta com a inserção tecnológica e com o volume de dinheiro circulante.

Os sistemas socioeconômicos não podem existir se não estiverem articulados aos sistemas ambientais naturais porque é destes que se subtrai os mais diversos recursos naturais, que vão alimentar a cadeia produtiva primária e de transformação e que completam o circuito quando os produtos gerados chegam ao consumidor final, que por sua vez é o que retroalimenta os setores produtivo, financeiros e de serviços. Essas atividades geram resíduos que voltam para a natureza em forma de lixo, mas que também podem ser reaproveitados no processo de reciclagem.

Essa combinação/interação entre os sistemas socioeconômicos e ambientais naturais definem no território espaços geográficos totais que só podem ser entendidos na

perspectiva do papel interativo da sociedade com a natureza. Os arranjos espaciais, dos chamados espaços geográficos totais, produzidas pelo trabalho humano sobre a natureza também são mutantes no tempo e no espaço, porque, ao mesmo tempo em que dependem da natureza, estão submetidos às mudanças dos hábitos sociais e das conjecturas políticas da economia global. Cada lugar da Terra, face as suas características naturais e das dependentes inserções tecnológicas e financeiras, vai estar mais articulado ou menos articulado com a economia global. Quanto mais produtivo e tecnologicamente mais avançado for um sistema socioambiental, mais articulado estará no contexto da economia global, e ao contrário quanto mais próximo da natureza pouco transformada, menos articulado estará frente ao mundo global e, portanto, fica limitado ao local (Figura 3).

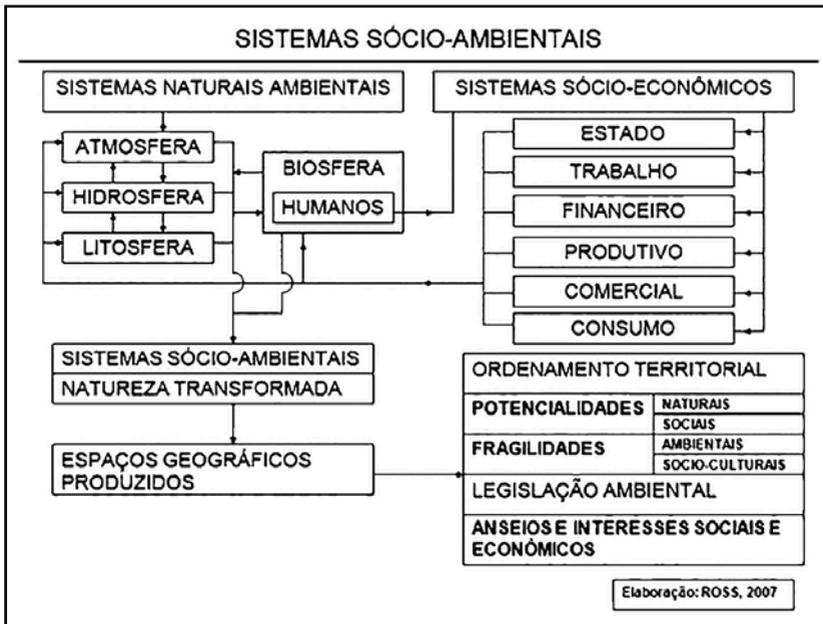


Figura 3. Estrutura Funcional da Relação Sociedade-Natureza.

Como coloca Del Prette (1996), embora os sistemas naturais e as formações socioeconômicas sejam apreendidas segundo lógicas distintas, sua integração efetiva ocorre no território e seu reconhecimento, através das pesquisas e das representações gráficas e cartográficas, permite o estabelecimento e regulação do seu uso. O grupamento, por exemplo, em unidades territoriais básicas, unidade de Terras, unidades de Paisagens ou zonas de diferenciação socioeconômica e ambiental, pressupõem um modelo integrativo e interativo que, do ponto de vista lógico-conceitual, pode

ser entendido e representado através da articulação de dados espacializáveis, cuja ponderação deve ser criteriosa no âmbito técnico-científico, mas sem a ingenuidade de que também não manifestarão distintos interesses quanto ao uso e apropriação dos recursos naturais. Desse modo, as interações resultam de dois processos dinâmicos e distintos que se manifestam concretamente em um determinado espaço territorial. Esse espaço territorial é por excelência o espaço geográfico.

Os sistemas socioambientais definem espaços geográficos produzidos que se estruturam através do ordenamento territorial, espontâneo ou planejado, cujos espaços naturais e sociais devem ser entendidos e administrados em função das potencialidades naturais e sociais e das fragilidades ambientais e socioculturais. Essas potencialidades e fragilidades naturais e sociais são regidas pela combinação/interação entre as componentes da natureza e as intervenções/transformações exercidas pela sociedade nas componentes fixas e dos fluxos da natureza e da sociedade modificando intensamente os primeiros. As transformações da natureza pelas atividades humanas afetam, sobretudo, a epiderme da Terra. Essas mudanças ocorrem no relevo, no solo, no subsolo, nas águas, na atmosfera, mas principalmente na parte viva do planeta (biosfera). A natureza, entretanto, tem grande capacidade de autoregeneração, para isso só necessita de tempo e trégua, isto porque os humanos não alteram a essência dos fluxos energéticos e de materiais naturais. As forças da natureza com seus mecanismos funcionais são muito mais grandiosas e poderosas do que qualquer ação humana, por mais agressiva e extensiva que seja.

Neste contexto, os grandes riscos ambientais tão fortemente propalados pelos catastrofistas modernos, não são riscos para o fim da natureza, mas para o extermínio dos humanos.

Os diferentes ambientes naturais encontrados na superfície da Terra, que são decorrentes das diferentes relações de troca de energia e matéria entre as componentes, são denominados no contexto da teoria de sistemas como ecossistemas na perspectiva biológica e como geossistemas na concepção geográfica. Nessas abordagens, onde as relações de troca energética são absolutamente interdependentes, não é possível o entendimento da dinâmica e da gênese dos solos sem que se conheça o clima, o relevo, a litologia e seus respectivos arranjos estruturais, ou ainda, a análise da fauna sem associá-la a flora que lhe dá suporte, que por sua vez, não pode ser entendida sem o conhecimento do clima, da dinâmica das águas, dos tipos de solos e assim sucessivamente.

Na perspectiva geográfica, as sociedades humanas não podem ser tratadas como elementos estranhos a natureza e, portanto, aos sistemas ambientais ou geossistemas onde vivem. Ao contrário, precisam ser vistas como parte fundamental desta dinâmica representada através dos fluxos energéticos que fazem o sistema como um todo funcionar. No entanto, as progressivas transformações inseridas pelas sociedades humanas nas diferentes componentes naturais, afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema e com frequência induzem a graves processos degenerativos ao ambiente

natural. Neste contexto, é prioritário que as inserções humanas sejam compatíveis de um lado com as potencialidades dos recursos, e de outro com as fragilidades dos ambientes.

O conhecimento das potencialidades dos recursos naturais tem sido a prática permanente das pesquisas no campo das Ciências da Terra. Essas práticas passam pelos levantamentos de campo, análises laboratoriais, e mapeamentos temáticos dos solos, do relevo, das rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e da fauna, enfim de todas as componentes do estrato geográfico que dão suporte à vida animal e dos seres humanos. Para análise da fragilidade, entretanto, dois princípios são fundamentais. Primeiro, que esses conhecimentos setorizados sejam entendidos de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as suas componentes físicas e bióticas; segundo que cada ambiente identificado (geossistema, sistema ambiental, unidade de paisagem), além de suas potencialidades também apresenta as suas fragilidades. São essas fragilidades frente às intervenções humanas que desestabilizam a funcionalidade do sistema ambiental.

As fragilidades dos ambientes naturais podem ser aplicadas baseando-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977). Dentro dessa concepção ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria de Sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções humanas nos diversos componentes da natureza, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Diante deste pressuposto, Tricart (op cit) classificou os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico como estáveis, quando em desequilíbrios são instáveis. Esses conceitos foram utilizados por Ross (1990), oportunidade que inseriu novos critérios para definição das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram definidas como sendo aquelas cujas intervenções humanas modificaram intensamente os ambientes naturais seja por desmatamentos ou por práticas de atividades econômicas diversas, enquanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis são as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em seu estado natural, como, por exemplo, um bosque de vegetação natural, secundária ou não.

Para que esses conceitos pudessem ser utilizados como subsídio ao Planejamento Ambiental, Ross (op cit), ampliou o uso do conceito, estabelecendo: UNIDADES ECODINÂMICAS INSTÁVEIS ou de INSTABILIDADE EMERGENTE em vários graus, desde Instabilidade Muito Fraca a Muito Forte. Da mesma forma aplicou o mesmo para as UNIDADES ECODINÂMICAS ESTÁVEIS ou de INSTABILIDADE POTENCIAL, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico se apresentam qualitativamente previsível face as suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica, em unidades instáveis. Deste modo as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, apresentam-se como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial em diferentes graus, ou seja, de Muito Fraca a Muito Forte.

Bases para análise das fragilidades ambientais

A análise empírica da fragilidade exige estudos básicos do relevo, da rocha, do solo, do uso da terra e do clima. Os estudos passam, obrigatoriamente, pelos levantamentos de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais gera-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia, águas e uso da terra/vegetação/fauna. Esses produtos temáticos são acompanhados dos relatórios técnicos sintéticos. Assim os estudos dos solos prestam-se, por um lado, a avaliação da potencialidade agrícola (aptidão agrícola ou capacidade de uso), e de outro subsidia a análise da fragilidade do ambiente face às ações antrópicas ligadas à agropecuária. Os levantamentos geológicos são básicos para o entendimento da relação relevo/solo/rocha, as informações climáticas, sobretudo as de chuvas (intensidade, volume, duração), também se prestam tanto para a análise das potencialidades, como para avaliação da fragilidade natural dos ambientes, a rugosidade topográfica do relevo (índices de dissecação) e declividade das vertentes, bem como, os levantamentos dos tipos de uso da terra, manejo dos solos para agricultura, tratados integradamente, possibilitam chegar a um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

Etapas e produtos intermediários

O mapa Geomorfológico acompanhado da análise genética é um dos produtos intermediários para construção do mapa de fragilidade. Sua execução passa pelos procedimentos definidos por Ross (1990 e 1992), que estabelece a concepção teórica e técnica para produção do mapa geomorfológico e análise genética das diferentes formas do relevo. Para a análise em escalas médias e pequenas tipo 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, utiliza-se como base de informação os Padrões de Formas com a rugosidade topográfica ou os Índices de Dissecação. Quando a análise é de maior detalhe, como escalas de 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000 e 1:2.000, utiliza-se as formas de vertentes e as Classes de Declividade. Nesses casos devem-se ser utilizados os intervalos de classes já consagrados nos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos, corridas de lama e de inundações.

Para a variável do relevo, tomando-se as declividades das vertentes, as fragilidades ficam assim definidas:

Classes de Fragilidades pela variável declividades das vertentes:	
Muito fraca	0 – 2% - ou 1º-relevos planos e elevados Terraços fluviais livres de inundação
Fraca	3 – 15 % ou 8°
Média	16 – 30% ou 17°
Forte	31 – 50% ou 25°
Muito Forte	acima de 50% ou 25°
Muito Forte	menor 2% ou 1º- relevo de planícies inundáveis.

Para as formas das vertentes, mapeáveis em escalas grandes 1:5.000, 1:10.000, 1:20.000 e médias 1:50.000 as classes de fragilidades foram hierarquizadas em:

Classes de Fragilidades para as formas de vertentes	
Muito fraca	-Tp- topos planos de colinas , e de morros residuais, terraços fluviais e marinhos
Fraca	-Tc-topos convexos de colinas e morros,
Média	-Vc-Vertentes convexas de colinas e morros,
Forte	-Vr-Vertentes retilineas de colinas e morros,
Muito Forte	-Vc-Vertentes côncavas em cabeceiras de drenagem em colinas e morros

Para os estudos de escalas médias e pequenas, toma-se como referencial morfométrico a Matriz dos Índices de Dissecação desenvolvida por Ross (1992), baseadas na relação de densidade de drenagem/dimensão interfluvial média para a dissecação no plano horizontal e nos graus de entalhamento dos canais de drenagem para a dissecação no plano vertical.

A partir desta matriz estabelecem-se as categorias de influência de Muito Fraca e Muito Forte, conforme ilustra a figura que se segue:

Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo

Densidade de Drenagem ou Dimensão Interfluvial Média Classe)	MUITO BAIXA (1) 3750m	BAIXA (2) 1750 a 3750m	MÉDIA (3) 750 a 1750m	ALTA (4) 250 750m	MUITO ALTA (5) 250m
	15mm	3 a 15m	3 a 5 mm	1 a 3 mm	1 mm
Muito Fraca (1) (de 20m)	11	12	13	14	15
Fraca (2) (20 a 40m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160m)	41	42	43	44	45
Muito forte (5) (maior 160m)	51	52	53	54	55

As categorias morfométricas ficam classificadas em Classes de Fragilidades:

Muito Fraca	da matriz 11.
Fraca	21,22,12
Média	31,32,33,13,23
Forte	41,42,43,44,14,24,34
Muito Forte	51,52,53,54,55,15,25,35,45.

As Fragilidades para a variável Solos

Os critérios utilizados para a variável solos passam pelas características de textura, estrutura, plasticidade grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. Tais características estão diretamente relacionadas com relevo, litologia e clima, elementos motores da pedogênese e fatores determinantes das características físicas e químicas dos solos. Esses critérios tomam como suporte os resultados de pesquisas do IAC- Instituto Agronômico de Campinas - Estado de São Paulo, IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná, Projeto Radambrasil do MME, entre outros.

As Fragilidades para a variável Solos:	
Muito Baixa	Solos profundos, bem drenados Latosolos textura Argilo arenosa e Argilo porosa,
Baixa	Solos profundos bem drenados Latosolos textura médio-argilosa,
Media	Solos medianamente profundos, textura média arenosa Argissolos, Nitossolos,
Forte	Solos Rasos com horizonte B pouco espesso de transição brusca Cambissolos
Muito Forte	Solos Rasos e pedregosos ou arenosos Neossolos Litólicos e Quartzarênicos.
Muito Forte	Solos Orgânicos e com alto hidromorfismo Gleyssolos, Espodossolos e Tiomórficos.

Deve-se ressaltar, entretanto, que as observações de campo em diferentes regiões do Brasil dão evidências claras de que é preciso distinguir com clareza as diferenças entre a fragilidade/erodibilidade dos solos quando o escoamento é difuso ou quando é concentrado. É fato notório que o escoamento concentrado ao longo de caminhos e estradas, ou mesmo em terras preparadas para cultivo, é muito mais agressivo nos Latossolos de textura média/arenosa do que nos solos mais argilosos e até

mesmo mais rasos como Cambissolos, Argissolos e Nitossolos. Entretanto, o transporte de detritos finos e material coloidal são mais abundantes a partir do horizonte superficial dos solos mesmo por escoamento difuso no segundo grupo de solos.

Classes de Fragilidades pela Cobertura Vegetal e Uso das Terras:

Classes de Fragilidades pela Cobertura Vegetal e Uso das Terras	
Muito Baixa	Proteção muito elevada dos solos Florestas Primárias e Secundárias com elevado estágio de regeneração.
Baixa	Proteção alta dos solos Savanas densas Silvicultura com sub bosque e ou cobertura herbácea,
Média	Proteção média dos solos cultivos de ciclo longo com curvas e terraceamento com forrageiras entre ruas café, citrus, mamão, silvicultura, pastagem de baixo pisoteio.
Alta	Proteção baixa dos solos cultivos de ciclo longo sem forrageiras entre ruas e de ciclo curto com terraceamento e em curvas.
Muito Alta	Proteção muito baixa dos solos terras desflorestadas com práticas de queimadas, solos expostos para cultivo e terraplenagens, cultivos de ciclo curto sem praticas conservacionistas.

A análise da proteção dos solos pela cobertura vegetal passa pela construção do mapa de Uso da Terra e da Cobertura Vegetal. Esse trabalho é calcado inicialmente na interpretação de imagens de satélite, quando se tratar de escalas médias e pequenas (1:50.000 a 1:500.000) e em fotografia aéreas, quando se tratar de escalas grandes (1:2.000 a 1:25.000). Nas interpretações das fotos aéreas e imagens de satélite, identificam-se os polígonos dos diferentes tipos de usos, tais como: matas naturais, capoeiras, bosques de silvicultura, culturas de ciclo longo (café, laranja, banana, uva, figo, cacau, seringueira, pimenta do reino etc.), culturas de ciclo curto (algodão, arroz, soja, milho, trigo, aveia etc.),

pastos naturais, pastos cultivados entre outros. Quando se tratar de áreas urbanizadas é preciso distinguir os padrões de urbanização quanto a impermeabilização, as áreas verdes, a infraestrutura como canalização das águas pluviais, asfaltamento, guias e sarjetas, padrões das edificações entre outros.

Classes de Fragilidades pela variável pluviométrica:

Níveis hierárquicos das variações pluviométricas	
Níveis hierárquicos	Características Pluviométricas
1- Muito Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais, 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 no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março, com volumes de 1300 a 1600 mm/ano.
4- Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas, com volumes de 1600 a 1800 mm/ano.
5- Muito forte	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 250/300 mm/ano (semi-árido).

Fonte: Adaptado de ROSS (1994).

Aplicabilidade experimental: área amostral na APA da Várzea do Rio Tietê – São Paulo

Apresenta-se como exemplo de aplicação da metodologia da Fragilidade Ambiental, o mapeamento para a definição do zoneamento Ambiental da APA da Várzea do Rio Tietê. Para ilustrar o que foi apresentado da metodologia, escolheu-se um trecho da APA, que faz parte de uma área maior. O trecho selecionado é a parte da APA que engloba parte dos municípios de Barueri, Santana de Parnaíba, Osasco, Carapicuíba, Jandira e Itapevi, localizados na zona oeste da Grande São Paulo, conforme figura 04 a seguir:

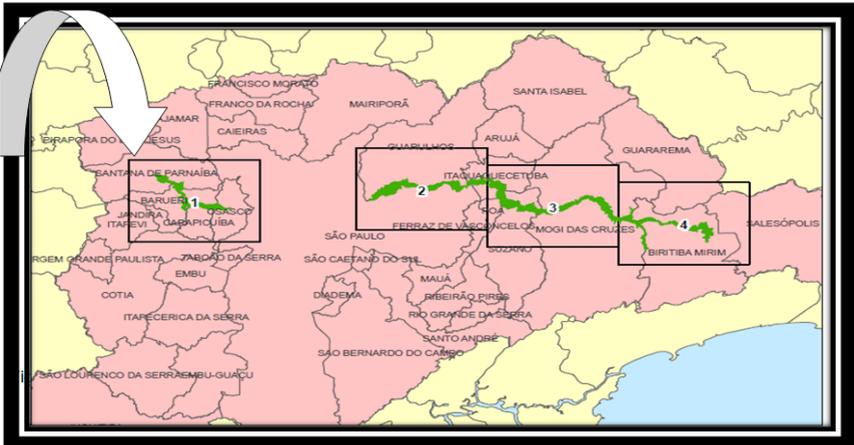


Figura 04. Localização da Área amostral: setor oeste 1

De acordo com a sequência metodológica, foram realizados, em primeiro lugar, o mapeamento das formas de vertentes, sendo a escala de trabalho 1:10.000. Para a confecção do mapa geomorfológico utilizou-se a base cartográfica digital para o mapeamento clinográfico e na sequência a definição final da compartimentação Geomorfológica, conforme o mapa a seguir:

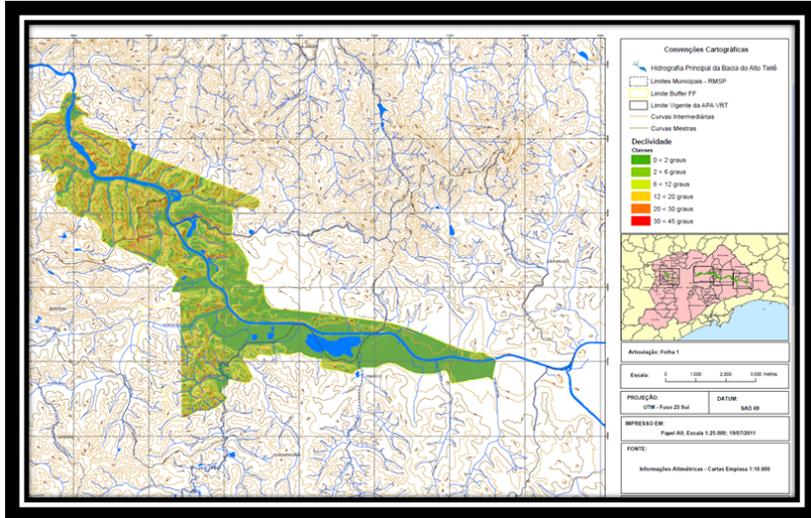
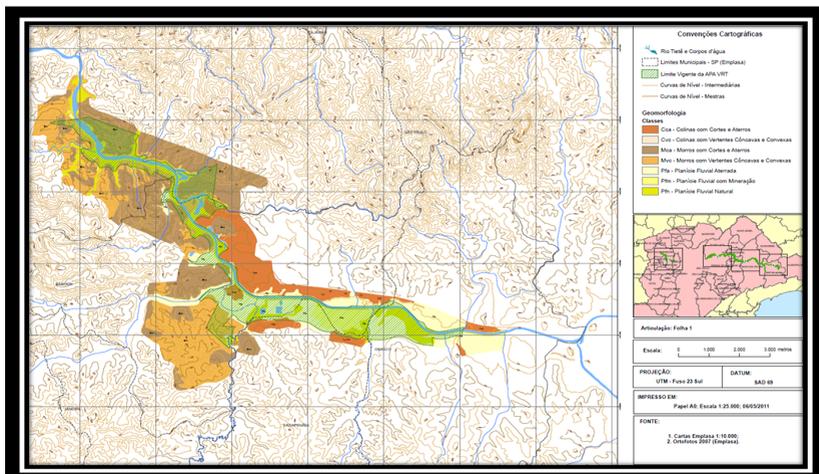


Figura 05. Mapa Clinográfico do Trecho 1 da APA da Várzea do Rio Tietê

O mapa Geomorfológico é utilizado como a base para o mapeamento do Solo (mapa geomorfo-pedológico), para o mapeamento da Geologia (geomorfo-geológico) e da Vegetação (geomorfo-fitológico), bem como o uso da Terra, Legislação Ambiental e Clima. Essa sequência vai subsidiar a análise correlata da Fragilidade Ambiental que engloba os aspectos físicos e humanos, favorecendo uso adequado para cada tipo de relevo, subsidiando assim, o Planejamento Ambiental Territorial.



Para a elaboração do mapa Geomorfológico, de maneira geral, deve-se contar com informações de solos, geologia e controle de campo, bem como, mapas de solos e de geologia. Para a vegetação, se faz o mesmo, utilizando dados secundários e observações de campo. Para o mapeamento de uso da Terra, utilizam-se fotografias aéreas, imagens de satélite e controle de campo.

Após a elaboração dos mapas temáticos acima descritos, foram realizadas as correlações dos mesmos para subsidiar a definição da Fragilidade Ambiental, e posteriormente o zoneamento ambiental.

No Mapa da fragilidade Ambiental foi possível constatar que as áreas mais frágeis são as áreas de planícies fluviais e morros com declividade acima de 30 %.

No mapa de Fragilidade Ambiental apresenta-se a legenda integrada, na qual foram inseridas todas as informações das características ambientais e antrópicas correspondentes a cada unidade de relevo indica as variáveis que influenciaram nas identificações de Fragilidade Ambiental, conforme se pode observar no mapa a seguir:

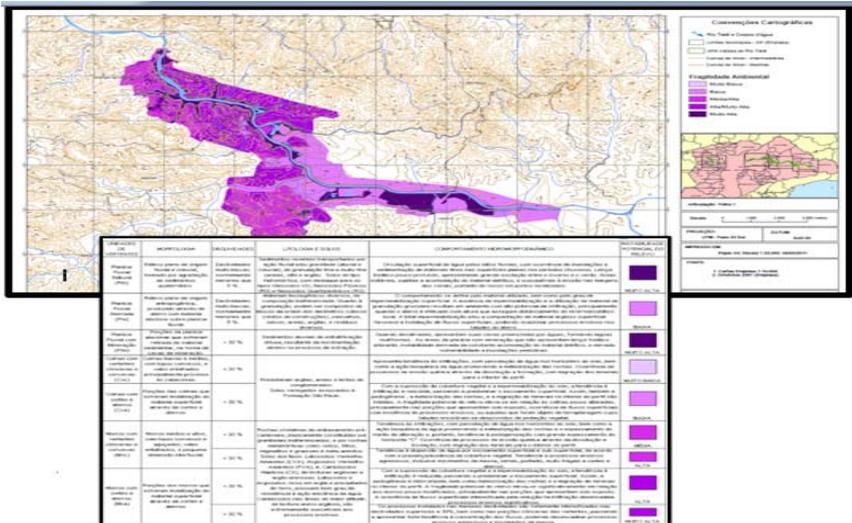


Figura 07. Mapa de Fragilidade Ambiental do trecho 1 da APA da Várzea do Rio Tietê

Conclusão

A partir da relação das variáveis do relevo (morfologia e morfometria), rochas, solos, clima (chuvas), uso da terra, cobertura vegetal, é estabelecida a classificação da fragilidade potencial e emergente utilizando-se a associação de dígitos arábicos onde cada um dos números do conjunto numérico representa um determinado peso que conforme o exposto anteriormente nas tabelas classificatórias variam de 1 a 5, ou seja,

do mais fraco ao mais forte, ou do mais protegido para o menos protegido no caso do Uso da Terra/Vegetação.

Deste modo, a associação numérica representa um dígito para o relevo (de 1 a 5) os solos (de 1 a 5), de menor erodibilidade para a maior erodibilidade, sendo a mesma graduação para o grau de proteção aos solos pela cobertura vegetal (uso da terra, cobertura vegetal natural ou cultivada) e da mesma forma para as condições climáticas/chuvas (1 a 5).

Assim sendo, tem-se conjuntos arábicos de cinco dígitos, que se combinam entre si, números de 1 a 5, podendo-se ter áreas com valores do tipo 1.1.1.1, 1.2.1.5, entre outros, possibilitando-se atingir o valor máximo de 5.5.5.5, onde todas as variáveis são absolutamente desfavoráveis, ou seja, a fragilidade atinge o grau mais alto.

No sentido de seguir a proposta de Unidades Ecodinâmicas, deve-se partir da seguinte sequência para a combinação numérica. O primeiro dígito referente ao relevo, o segundo relativo às Classes dos Solos, o terceiro dígito à cobertura vegetal/ Uso da Terra, e o quarto às classes pluviométricas. Deste modo, o conjunto numérico 1.1.1.1 – corresponde a uma Unidade Ecodinâmica Estável, ou de Instabilidade Potencial Muito Baixa. No conjunto numérico 5.5.5.5 – a Unidade Ecodinâmica é de Instabilidade Emergente Muito Forte, relevo muito fortemente dissecado, ou sujeito às inundações e solapamento de margens fluviais e solos muitos frágeis aos processos erosivos, sedimentos friáveis e clima muito chuvoso.

Na legenda do Mapa de Fragilidade Ambiental estará expresso duas categorias de fragilidades: As Estáveis e as Instáveis. As estáveis correspondem às áreas cobertas de vegetação densa qual seja de origem Natural ou antrópica.

Essas unidades Estáveis tem um Potencial de Instabilidade que entrará em desequilíbrio se houver intervenção humana. As unidades de Fragilidades Emergentes são aquelas que apresentam o ambiente com intervenção humana, ou seja, a cobertura vegetal da terra é representada por atividades econômicas como silvicultura, agricultura, a pecuária, mineração, entre outros.

Por exemplo, uma unidade de relevo que se classifica por Fragilidade Muito Alta se estiver coberta por florestas primárias está em uma condição de Fragilidade Potencial Muito Alta, mas tende a ser estável por causa da proteção florestal. Se essa mesma unidade de relevo estiver ocupada com agricultura de ciclo longo e sem manejo adequado, se classifica como Fragilidade Emergente Muito Alta, por tratar-se de relevo íngreme e com intensa atuação humana.

A combinação dessas variáveis e suas respectivas gradações possibilitam gerar um produto de síntese representável em mapa através de polígonos que colocam em evidência e de forma espacializada no território objeto da pesquisa as diferentes fragilidades dos ambientes (potenciais e emergentes). Com essas diferenças de fragilidades pode-se estabelecer um mapa de zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico indicativo de espaços territoriais com variações de potencialidades produtivas/econômicas ou de conservação/preservação ambiental. Para cada uma dessas

zonas ou unidades ambientais tem-se, portanto, as potencialidades de usos/produtivos ou de conservação/preservação e das fragilidades ambientais com as limitações de uso para as atividades humanas.

Referências

- AB'SÁBER A.N. 1969. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, n.18, 1969c.
- BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BERTONI J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**: livro Ceres. Piracicaba: Icone, 1985.
- BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. Maringá PR, 1985.
- CASSETI, W. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.
- GERASIMOV, J. Problemas metodológicos de la ecologización de la ciência contemporânea. In: **La Sociedad y El Medio Natural**. Moscou: Progreso, 1980.
- GRIGORIEV, A.A. The theoretical fundaments of modern physical geography. In: **The Interaction of Sciences in the Study of Earth**. Moscou, 1968.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Bragantia**, Campinas, n. 47. 1961.
- MECERJAKOV, J.P. Les concepts de morphostructure et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Ann. Geographie**, Paris, v. 77, n. 423, p. 538-552. 1968.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- _____. O registro cartográfico dos fatos geomorficos e a questão da taxomania do relevo. **Revista do Departamento. Geografia FFLCH-USP**, São Paulo, 1992.
- _____. Análise empirica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do DG-USP**, São Paulo, n. 8. 1994.
- _____. **Ecogeografia do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.
- _____. Paisagem e Ecologia. **Revista Interfacs**, Unesp de São José do Rio Preto: IBILCE, n. 76. 1982.

SISTEMA DE ALERTA DE MONITORAMENTO E PREVENÇÃO DE DESASTRES, UTILIZANDO UM SISTEMA DE NOWCASTING

José Carlos Figueiredo¹
André Mendonça de Decco²

1 Introdução

Um Sistema de *Nowcasting*, funcionando 24 horas por dia, compreende uma descrição detalhada de tempestades feita por um meteorologista com informações oriundas de satélite meteorológico, estações meteorológicas e, principalmente, radar meteorológico com um software adequado, que permitirá a confecção de uma previsão/alerta, extrapolada para um período de 0-6 horas (WMO), com grande potencial de sucesso, principalmente em intervalos de antecedência do alerta entre 30 e 60 minutos.

2 Sistema de Nowcasting utilizado no Centro de Meteorologia de Bauru – IPMet

No começo dos anos 1990, pesquisadores do *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), em Boulder, Estados Unidos, refinaram e melhoraram um sistema desenvolvido para aplicação em previsão imediata do deslocamento de tempestades, baseado na metodologia de centroides (DIXON, 1993).

O IPMET, Centro de Meteorologia de Bauru, é um órgão vinculado a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho» – UNESP, localizado na cidade de Bauru/SP (cuja população é de 337.094 (ONU)) e tem como missão monitorar o Estado de São Paulo no que se refere à formação, deslocamento e dissipação de tempestades.

Com o objetivo de verificar se o software TITAN (*Thunderstorm, Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting*), utilizado operacionalmente no IPMet desde 2006,

1 Graduado em Meteorologia, mestrado e doutorado em Agronomia. UNESP/FCA/Botucatu. Meteorologista e Coordenador de Operações do Centro de Meteorologia de Bauru (IPMet). E-mail: figueiredo@ipmet.unesp.br.

2 Graduado em Meteorologia. Meteorologista do setor operacional do Centro de Meteorologia de Bauru (IPMet). E-mail: decco@ipmet.unesp.br.

consegue identificar e prever o deslocamento (extrapolação) das chuvas de granizo, relacionadas com as tempestades, que ocorreram na região central do Estado de São Paulo, Figueiredo e Correia (2006), por meio de relatos comprovados pela imprensa e/ou contatos telefônicos nos locais, onde o TITAN sinalizaram as ocorrências de tempestades acompanhadas de granizo, com 60 minutos de antecedência e concluíram que 78% dos casos foram confirmados.

O Sistema de *Nowcasting* TITAN permite a utilização de vários radares, ao mesmo tempo, assim como informações de modelos numéricos de previsão de tempo, dados meteorológicos de superfície e altitude, observações dos aeroportos, dados de descargas elétricas atmosféricas etc. Mas, para que serve uma previsão de chegada de uma tempestade 60 minutos antes? Depende da capacitação da cidade em relação a um esquema de plantão para emergências, bem formulado, sendo imprescindível para tomada de decisões das autoridades gestoras da cidade. Uma reportagem publicada na revista TIME (maio, 2013) mostra que em apenas 16 minutos, devido ao alerta do serviço de meteorologia de Oklahoma/USA, sobre a previsão de chegada de um tornado na cidade de Moore/OK, foi suficiente para que não houvesse nenhuma vítima fatal. Para a cidade de Bauru/SP, onde está instalado um radar meteorológico, tipo Doppler, nas dependências do IPMet, avisos são emitidos com intervalos entre 30 e 60 minutos de antecedência, com períodos de validade entre 7,5 e 120 minutos.

3 Metodologia do Sistema de Alerta em Tempo Real do Município de Bauru/SP

Funcionando há dois anos (2015-2017), o IPMet montou um sistema de alerta denominado "Emergências PMB³", através de uma mídia social, onde foi criado um grupo composto por autoridades do município: Prefeito, todas as Secretarias, o comando da Polícia Militar, o comando do Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil. O setor de Meteorologia Operacional do IPMet, emite o alerta para o grupo Emergências da PMB e daí então passa a monitorar a (s) tempestade (s), informando em tempo real ao grupo, baseado nos prognósticos do TITAN, com a supervisão e responsabilidade do aviso do meteorologista de plantão. O setor funciona 24 horas ininterruptas durante todo o ano, em regime de escala de revezamento de 6 horas.

3.1 Os Prognósticos do TITAN

A cada 7,5 minutos é feita uma varredura dos radares meteorológicos do IPMet, sendo um localizado em Presidente Prudente/SP e outro instalado na sede do IPMet em Bauru/SP. O TITAN processa essas informações em um primeiro momento, sendo feita uma análise das células de chuvas, que de acordo com parâmetros estabelecidos, o software identifica as tempestades, destaques em vermelho na Figura 1, e depois interpola o deslocamento

da área mais intensa, com quatro previsões com validade de 7,5 minutos cada (Figura 2). De posse dessas informações, o meteorologista analisa outros parâmetros e sensores de descargas elétricas atmosféricas, emitindo alerta através do grupo "Emergências PMB". Após o recebimento do alerta, o grupo se desloca aos trechos vulneráveis do município interditando acessos, evacuando residências, na busca de resguardar a vida e a propriedade da comunidade.

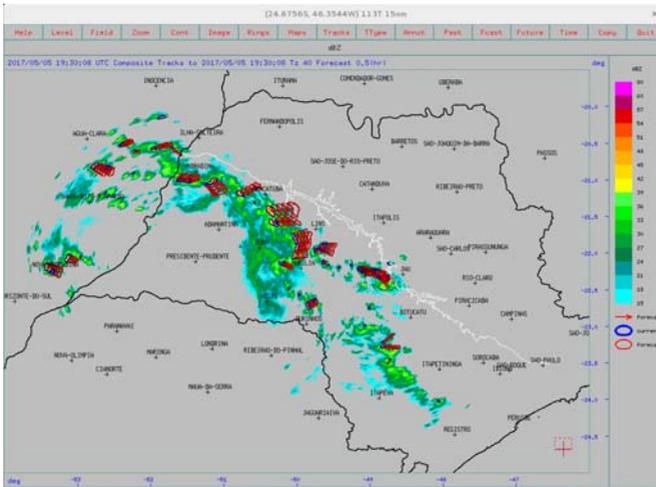


Figura 1. Imagem dos radares de Presidente Prudente e Bauri. Os contornos em vermelhos são os prognósticos de tempestades fornecidos pelo TITAN.

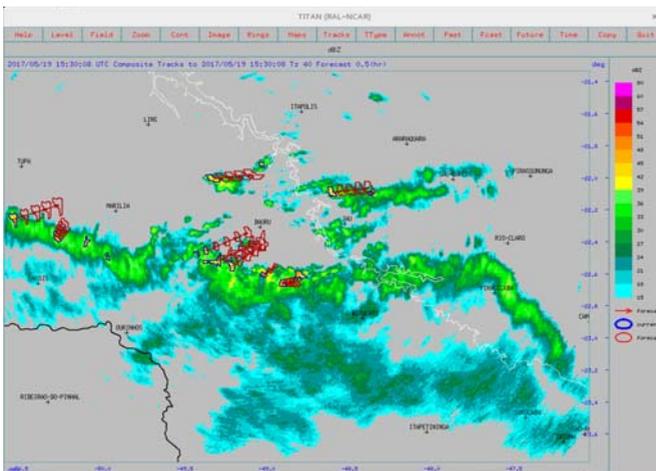


Figura 2. Imagem dos radares meteorológicos do IPMET/UNESP. As áreas destacadas em vermelho são tempestades previstas pelo TITAN, com previsões com validade até 30 minutos.

Conclusões

Atendendo a missão primordial do IPMet, que é a defesa/proteção da vida e da propriedade, o setor operacional do IPMet, tem se empenhado em conceber projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, para melhor suprir as necessidades da comunidade, tais como: a agricultura, engenharia, ensino, pesquisa, mídia e contribuintes. Em relação à metodologia da mídia social, face o sucesso do projeto-piloto instalado em Bauru, a mesma será expandida em breve para cidades de maior porte do interior paulista. Em um primeiro momento os municípios de São José do Rio Preto⁴ e Ribeirão Preto⁵.

Notas

3 Prefeitura Municipal de Bauru

4 População 408.258 (ONU)

5 População 590.593 (ONU)

Referências

DIXON, M; WIENER, G. TITAN: Thunderstorm identification, tracking, analysis, and nowcasting. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v.10, n. 3, 1993, p.785.

FIGUEIREDO, J. C.; CORREIA, A. A. Análise de tempestades severas com o software TITAN usando os dados do radar meteorológico de Bauru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 19., 2006, Florianópolis. **Anais...**, 2006.

TIME Staff. 2013. **Time special issue:** Oklahoma tornado In the aftermath of Monday's deadly tornado that ripped through Oklahoma, this week's new issue of TIME, hitting newsstands and tablets Friday, May 24, is dedicated to covering the devastation. Disponível em: <<http://newsfeed.time.com/2013/05/21/time-special-issue-oklahoma-tornado/>>. Acesso em 23 fev. 2017.



A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AQUIDAUANA E O PANTANAL: O USO DA GEOTECNOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA

Lucy Ribeiro Ayach¹

Jaime Ferreira da Silva²

Vicentina Socorro da Anunciação³

1 Introdução

O Estado de Mato Grosso do Sul possui uma localização geográfica estratégica. Faz fronteira com os países do Paraguai e Bolívia e divisas com os Estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. O Estado possui três biomas brasileiros: Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, os quais são detentores de grande potencial hídrico, possuindo uma das maiores reservas de água doce superficial e desempenham papel importante na manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais. O Cerrado e a Mata Atlântica possuem alto grau de riqueza da biodiversidade e contêm as nascentes dos principais rios que drenam importantes regiões do Estado. Além disso, o Estado é detentor de expressiva reserva de água doce subterrânea, como a do Aquífero Guarani.

Com 358.158,70 km², as terras de Mato Grosso do Sul fazem parte da Bacia do Rio da Prata, constituída pelos rios Paraguai, Paraná e Uruguai. Essa bacia é considerada a segunda mais importante do continente, em área e em população. Abrange 3,1 milhões de km² de área (1,4 milhões de km² no Brasil, o que representa 17% da área do continente e contém os territórios mais densos, urbanizados e dinâmicos dos cinco países que dela fazem parte: Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (LE BOURLEGAT, 2011 p. 18).

Destaca-se ainda que “Mato Grosso do Sul é o único dos Estados do Brasil a se inserir entre dois dos três formadores da Bacia do Rio da Prata – Rio Paraguai, a Oeste, e Rio Paraná,

1 Geógrafa, Docente do curso de Geografia/UFMS, Campus de Aquidauana - MS.

E-mail: luayach@terra.com.br.

2 Geógrafo, Docente do curso de Geografia/UFMS, Campus de Aquidauana - MS.

E-mail: jaimeferreirageo@bol.com.br.

3 Geógrafa, Docente do curso de Geografia/UFMS, Campus de Aquidauana - MS.

E-mail: viqueceua@bol.com.br.

a Leste – e, nesse sentido, considerado um território genuinamente platino.” (LE BOURLEGAT, 2011 p. 20). Em suas características geográficas, destaca-se também a presença da riqueza hidrogeomorfológica e biogeográfica da Serra da Bodoquena e do Pantanal.

A Serra da Bodoquena encontra-se inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda e ocupa uma posição estratégica para a conexão dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal, o que também lhe confere uma alta diversidade biológica. Sua importância é reconhecida nacional e internacionalmente, o que lhe atribuiu os títulos de prioridade extremamente alta para conservação no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação por ser integrante do Corredor de Biodiversidade Miranda - Serra da Bodoquena, que visa a manutenção de um corredor entre os biomas Cerrado e Pantanal. Devido as suas características peculiares, no ano de 2000 foi criado o primeiro Parque Nacional do Estado do Mato Grosso do Sul, o Parque Nacional da Serra da Bodoquena com cerca de 76.481 hectares.

No âmbito dos domínios morfoclimáticos sul-americanos, o Pantanal é considerado como uma área de transição entre os domínios do Cerrado, da Amazônia, do Chaco e da Floresta Atlântica (AB’SABER, 1983), Patrimônio Nacional pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988) e Patrimônio da Humanidade e Reserva da Biosfera pela UNESCO (2000).

A borda da Planície Pantaneira teve ao longo das últimas três décadas, grande parte da cobertura vegetal original substituída por lavouras e pastagens, num processo que tende a se acelerar e que já tem repercussões na planície, principalmente pelo assoreamento dos rios e a contaminação dos recursos hídricos.

Adotar a bacia hidrográfica como unidade de estudo é muito importante devido à possibilidade de mensuração das diversas intervenções e ações antrópicas que ocasionam a modificação desse ambiente natural.

Botelho (1999, p. 269) define bacia hidrográfica como “a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de águas”.

A bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim, todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de área entre uma bacia. (ROCHA et al 2000, p.1).

Guerra (1993, p.48) ressalta ainda que no conceito de bacia hidrográfica devemos incluir “uma noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas divisoras da água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia”.

Nesse sentido, a bacia hidrográfica do rio Aquidauana, objeto da presente análise, pertencente à bacia hidrográfica dos rios Miranda e Paraguai, possui notável importância

em relação à influência no Pantanal totalizando uma superfície de 21.363,63km². Quanto à orientação no cenário natural do Estado Mato Grosso do Sul, posiciona-se na porção norte/centro/oeste e sua superfície possui 5,98% do território sul-mato-grossense, abrangendo parte do território de 16 municípios do Estado.

Sendo a bacia hidrográfica uma área vulnerável a modificações ambientais é fundamental o uso desta unidade para planejamentos visando à minimização das alterações causadas pela ação antrópica.

Assim, toda a dinâmica ocorrente na bacia hidrográfica do rio Aquidauana, reflete de forma direta e indireta na planície pantaneira, dada a sua localização na transição entre o Planalto e a Planície do Pantanal, englobando os biomas Cerrado e Pantanal. A partir de uma análise sistêmica, é necessário considerar a influência direta e indireta dos inúmeros impactos registrados ao longo da bacia hidrográfica e a inter-relação dos fatores socioeconômicos com os elementos físicos e bióticos.

Para a realização dos estudos necessários a esse tipo de análise, “o conjunto de ciências, disciplinas e técnicas, que recebem várias denominações, as geotecnologias, são fundamentais em várias áreas, mas principalmente nas ciências ambientais” (PARANHOS FILHO *et al*, 2016 p. 13).

Portanto, apresenta-se na presente abordagem reflexões acerca das características da bacia hidrográfica do rio Aquidauana e de seus efeitos na planície do Pantanal, bem como a importância do uso da geotecnologia como ferramenta para a efetivação do planejamento e gestão ambiental integrada.

2 Pantanal: características e impactos

Dentre os importantes ecossistemas brasileiros, destacamos o Pantanal, maior planície alagável do mundo, possuidor de uma das maiores biodiversidades do planeta.

O ecossistema pantaneiro se estende pelo Brasil, Bolívia e Paraguai com uma área total de 10 mil km². Aproximadamente 70% de sua extensão encontra-se em território brasileiro, 20% na Bolívia e 10% no Paraguai. A porção brasileira é estimada em cerca de 138 mil km², onde 48.865 km² (35,36%) estão no Mato Grosso e 89.318 km² (64,64%) no Mato Grosso do Sul (PERH, 2008). Esse ecossistema possui características peculiares por se tratar de uma:

Planície sedimentar caracterizada por áreas de inundação permanente e por um regime pluvial que determina o alagamento anual de parte de sua superfície. Entre seus rios o mais importante é o Paraguai, eixo nutrido por uma intrincada rede hídrica. Navegável em grande parte de sua extensão, juntamente com seus afluentes foi recurso importante na ocupação do Pantanal desde o período pré-colombiano. O regime das águas sempre influenciou as formas históricas de ocupação da região (ALVES *et al*, 2012 p. 07).

Conforme Oliveira *et al*. (2012), deve-se destacar que na dinâmica do Pantanal:

“...o que ocorre, devido ao ciclo anual de águas, é um alagamento periódico, principalmente das águas do rio Paraguai e seus afluentes, na época da cheia, que extravasam cobrindo grandes áreas devido à baixa declividade da planície. Dessa forma, a água é retida ocorrendo a fertilização do solo, por meio da deposição de nutrientes e sedimentos contidos na água da enchente” (OLIVEIRA, et al, 2012 p. 30).

Ressalta-se que o regime de inundação não é o mesmo por toda a região. Tendo em vista a prevalência de altitudes que variam entre 80 e 120 m, com pouca declividade, o sistema hidrológico confere-lhe um aspecto peculiar e bastante significativo, sendo banhado pelo rio Paraguai e seus afluentes principais, entre os quais se destacam Negro, Miranda, Aquidauana, Taquari, Nabileque, Cuiabá, Piquiri e São Lourenço. Dada as características desse ecossistema, verifica-se o quanto ele é importante não só do ponto de vista geomorfológico, hidrológico e para biodiversidade, mas também pelo seu ímpar significado histórico e socioeconômico. “O relacionamento entre o comportamento hidrológico, o sistema de um rio e seu funcionamento ecológico (o pulso de inundação) pode ser uma lição importante a ser apreendida” (PADOVANI; JONGMAN, 2006 p. 4).

A água é a ligação de tudo no Pantanal. Se existirem problemas com água, estes não terão apenas um componente local, mas também um importante componente regional. No Pantanal, a água é um tesouro porque é à base da vida, da existência do homem e da biodiversidade (PADOVANI; JONGMAN, 2006 p. 1).

Segundo Padovani e Jongman (2006) o diferencial do Pantanal é que o regime de inundações sazonais determina a fertilidade da terra; o ritmo do sistema de criação de gado; a riqueza dos organismos aquáticos que também estão ligados às demais espécies da fauna e a presença destes também está inter-relacionada com outras atividades da economia regional como a pesca e o ecoturismo.

As implicações do uso e ocupação na planície Pantaneira e, principalmente em sua borda, constitui-se em um grande desafio para a ciência geográfica. Essa análise não pode ser isolada e sim sistêmica, envolvendo os fatores econômicos, sociais e ambientais.

Padovani e Jongman (2006), considerando a existência de intercâmbio entre o canal principal e a planície de inundação e a forte interação entre os rios e os ecossistemas ripários, esclarecem que “[...] a rede de rios como corredores, mantém o intercâmbio genético entre as populações em paisagens naturais e impactadas” (PADOVANI; JONGMAN, 2006 p. 3). A análise a partir desse pressuposto leva a importantes alertas sobre a ocorrência de impactos no entorno da planície pantaneira.

O maior problema indicado pelos habitantes da área do Pantanal foi a colonização da década de 1970 que alterou completamente a cobertura e uso do solo no Planalto. Essa é a causa apontada pelos habitantes da área para os problemas que os afetam atualmente. Se olharmos para a enorme

erosão no Planalto e o assoreamento no rio, então não existem dúvidas de que a sedimentação é um problema bastante sério (PADOVANI; JONGMAN, 2006 p. 2).

Dessa forma, pensar a influência das condições da bacia hidrográfica do rio Aquidauana e de seus reflexos no Pantanal é tarefa do geógrafo como forma de contribuir para o entendimento dos fenômenos ocorrentes e do direcionamento das políticas públicas para a gestão ambiental.

A Bacia do Alto Paraguai – BAP, segundo Ross (1995) envolve dois grandes ecossistemas, definidos pelo regime hídrico, marcada pelas diferenças fisiográficas entre a planície do Pantanal e as terras planálticas do entorno, destacando a relação entre relevo/solo/água/vegetação/fauna, como significativas e que facilitam a individualização desses dois ecossistemas.

As características próprias que a planície do Pantanal possui, permite-lhe uma diferenciação paisagística heterogênea, levando os cientistas a um consenso da configuração de “vários Pantanaís”, ou seja, cada região possui suas características específicas não podendo ser consideradas como homogêneas.

Dentre os principais impactos que afetam a planície do Pantanal está o desmatamento, sendo a área de planalto a mais preocupante devido à ausência de restrição e melhores condições de produção.

Oliveira et al (2012 p. 41) apontam essa preocupação:

Pode-se citar que a pecuária extensiva tradicional, atividade comum na planície, está enfrentando problemas econômicos devido à baixa produtividade, o que tem levado a uma tendência de transformação da vegetação nativa, incluindo cerradões e cerrados das cordilheiras e capões, além das pastagens nativas, em pastagens implantadas para o gado, com a introdução de espécies exóticas, principalmente a braquiária, uma espécie africana mais nutritiva e palatável para o gado. Também o aumento do rebanho bovino conduz a uma maior pressão sobre as áreas florestadas, levando ao seu desmatamento.

Outros fatores afetam as condições do Pantanal, tais como a atividade turística não planejada; a expansão da fronteira agrícola; o aumento para as áreas de uso agropastoril; o aumento de construções e edificações; atividades mineradoras e impactos de rodovias, hidrovias, gasoduto (OLIVEIRA *et al*, 2012 p. 41). Esse processo de ocupação determina a crescente fragmentação dos habitats que afetam a sobrevivência de toda a fauna.

Como já assinalado anteriormente, este desmatamento também atinge áreas nos planaltos circundantes, provocando o desaparecimento da vegetação nativa, o que leva a uma alteração da diversidade biológica da planície, a qual recebe seu patrimônio gênico das províncias fitogeográficas que circundam o Pantanal (OLIVEIRA *et al*, 2012).

Os aspectos físicos do espaço que envolve a área da bacia do Rio Aquidauana,

assinala áreas que apresentam fisionomias homogêneas e heterogêneas com relação aos aspectos fisiográficos relacionados à hipsometria, declividade, geologia, geomorfologia pedologia, vegetação original e uso e cobertura do solo. Dessa forma, apresenta fragilidade com relação à aptidão para ocorrências de vulnerabilidade e suscetibilidade natural aos impactos, decorrente de suas características morfométricas e potencializadas pelas ações dos atores sociais no espaço.

No alto curso da bacia, sobretudo na região das cabeceiras, a população residente cria e recria espaços habitacionais e produtivos predominando a pecuária e a cadeia produtiva do agronegócio e neste caso os impactos afetam diretamente as fontes alimentadoras do canal principal.

Na área de médio curso da bacia as atividades econômicas predominantemente rurais se restringem ao uso da terra com atividades pastoris onde o desmatamento cedeu lugar a um melhoramento das pastagens que consistiu então no raleamento da vegetação nativa, principalmente de arbustos e ervas, seguida de aração e gradagem em faixas ou em partes das áreas com semeadura e até mesmo adubação que completam o processo. Soma-se o desalento na manutenção dos investimentos por parte dos produtores para se evitar que, com o enfraquecimento das gramíneas, os solos comecem a apresentar sinais de empobrecimento e o aparecimento da erosão de forma mais intensa. Somado todos os fatores, dadas as condições texturais dos solos, potencializam os desastres naturais.

Ainda em locais pontuais do médio curso, mas, sobretudo no espaço do baixo curso da bacia, a repercussão dos desastres naturais se materializa. Áreas urbanas encontram-se inseridas na bacia e as ocupações e formas de utilização dos solos “urbanos” são bem diversificadas, adita-se a pecuária, o agronegócio e o turismo criando e recriando impactos ambientais adversos.

No entanto, considerando a complexidade do funcionamento sistêmico de uma bacia hidrográfica, em especial, a relação da bacia do rio Aquidauana com o Pantanal, Alves et al (2012) aponta que a preocupação com o processo de produção no Pantanal não deve se restringir apenas aos efeitos estatísticos na biodiversidade.

Há certo consenso de que a biodiversidade encontra-se mais preservada nos limites da planície pantaneira. Mas ela depende do que acontece no planalto limítrofe e nas suas encostas e já se anunciam ocorrências invasivas no seu interior (ALVES et al, 2012 p. 17).

Portanto, as condições ambientais na área de transição para a planície pantaneira é considerada fundamental para a conservação do Pantanal. A gestão ambiental integrada nas bacias hidrográficas que alimentam a planície pantaneira não tem sido priorizada no Estado de Mato Grosso do Sul. A bacia hidrográfica do rio Aquidauana que integra a bacia dos rios Miranda e Paraguai carecem de um olhar científico urgente sobre os impactos e o processo de degradação ocorrente, a fim de que haja tempo suficiente para a sua recuperação através de uma séria política ambiental.

Porém, é notório que fazer vingar os ideais de desenvolvimento econômico com sustentabilidade ambiental é um gigantesco desafio. Uma das alternativas é instrumentalizar a gestão dos recursos naturais, ou seja, possibilitar a articulação política de todo um conjunto de procedimentos voltados à harmonização das qualidades de vida e ambiental (PHILLIPI JÚNIOR; SILVEIRA, 2004).

Nesse sentido, o papel da ciência geográfica se faz fundamental como alicerce para o direcionamento das ações, uma vez que se propõe a analisar, necessariamente de forma conjunta, os aspectos físicos, bióticos, sociais, econômicos e ambientais.

A partir das reflexões apontadas, o cuidado com a conservação da bacia hidrográfica do rio Aquidauana, assim como todas as demais bacias que compõem o Pantanal, torna-se fundamental para a manutenção desse ecossistema complexo e único.

Nesse aspecto, a análise oferecida pela ciência geográfica, em especial a área da geotecnologia, constitui-se como primordial para a efetivação do planejamento e gestão ambiental integrada.

3 Geoprocessamento como ferramenta para o planejamento e gestão ambiental integrada

3.1 Cartografia e Geotecnologia

As coletas e registros de dados espaciais referenciados através do tempo realizados por homens pensadores contribuem muito para o desenvolvimento da cartografia. Os primeiros documentos de cunho Cartográfico indicam mais de 2500 a.C. e, eram construídos em cerâmicas cozidas. Nesse curso, a cartografia evolui e faz história no tempo, passa pela antiguidade, atraindo contribuições científicas de uma geração de pensadores, com os gregos, babilônios, egípcios, sumérios, indianos e chineses. No feudalismo, por força da Santa Inquisição, a ciência cartográfica sofre um retrocesso, ressurgindo no século XV, na Idade Moderna, caracterizada por um período de grande avanço para a cartografia e, neste período, a cartografia se estabelece como profissão. Em um tempo de fatos marcantes, como as grandes navegações, e que finda na segunda metade do século XVIII, coincidindo com início da Revolução Francesa, Mercator concebe a projeção UTM, e os ingleses e franceses aplicam as grandes triangulações geodésicas.

Na Idade contemporânea, o tempo acelera-se, principalmente a segunda metade do século XX, onde a tecnologia é abundante, a cartografia moderniza-se, as técnicas e instrumentos se completam e se interagem: é a geotecnologia pensada pelo homem a serviço do homem. As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica (ROSA, 2005). Essas tecnologias são conhecimentos transmitidos a gerações que desenvolveram métodos e técnicas próprias e adaptando-os, principalmente, para a tomada de decisão em questões relevantes que venham envolver a sociedade e natureza.

Ainda investigando o conceito de geotecnologia, constatamos serem as opiniões distintas e divergentes por parte de pesquisadores e usuários desses conjuntos de conhecimentos e instrumental técnico-científicos. Para Fitz (2008, p.11), as geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisa, em ações de planejamentos, em processos de gestão e manejos e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico. Para outros pesquisadores, as geotecnologias são o conjunto de todas as tecnologias voltadas para a coleta de dados com o intuito de gerar ganho de conhecimento. Isso nos remete às técnicas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Cartografia, Geodésia, Sistemas de Posicionamento Global, Topografia, Fotogrametria e outras, com suas derivações (SADECKGEO, 2012). A Embrapa Monitoramento por Satélite define geotecnologia com sendo uma reunião abrangente do saber humano como os:

[...] conjuntos de técnicas e métodos científicos aplicados à análise, à exploração, ao estudo e à conservação dos recursos naturais, considerando diferentes escalas e a informação espacial (localização geográfica). As geotecnologias também são usadas para estudar a paisagem (topografia, hidrografia, geologia e geomorfologia) e variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e radiação solar), analisar e auxiliar na prevenção de desastres naturais (enchentes, terremotos e erupções vulcânicas), além de gerenciar e de monitorar a atividade humana (infraestrutura, agropecuária e dados socioeconômicos) (EMBRAPA, 2014).

Fundamentado nas ferramentas da geotecnologia, surgem as metodologias de processamento de informações georreferenciadas de estudos relacionados à sociedade/natureza – o geoprocessamento. Para Teixeira e Christofolletti (1997), o geoprocessamento é uma tecnologia que abrange o conjunto de procedimento de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados. Para outros pesquisadores, o geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados para transformá-los em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante...” (XAVIER DA SILVA, 2009). O Geoprocessamento, tecnologia aplicada no SIG, pode ser definido como o conjunto de técnicas e metodologias que implicam na aquisição, arquivamento, processamento e representação de dados georeferenciados (ANTUNES, 2016).

Os estudos e planejamento desenvolvidos para resolução de problemas atinentes às atividades humanas, principalmente os de características ambientais, têm se apoiado nas ferramentas da geotecnologia para fins de produção de mapeamento, sobretudo os mapas temáticos. São tecnologias renovadas e com procedimentos somados para a coleta de dados referenciados em trabalho de levantamento a campo de formato codificado para a geração de produtos cartográficos por meio do geoprocessamento.

Atualmente existe uma série de aplicações onde o geoprocessamento é um vetor determinante, como monitoramento ambiental, controle fiscal, fiscalização agrária, vigilância nacional, controle de tráfego aéreo, previsão meteorológica, zoneamento ecológico econômico, gerenciamento do uso do solo, agricultura de precisão, entre outras (EMATER, 2016).

Assim como todas as geotecnologias prestam grandes serviços em prol das atividades que tenham relação direta com a arte de construção de mapas, o geoprocessamento, somado a outras técnicas, dinamiza e equaciona trabalhos em quase todas as ocupações dos conhecimentos humanos.

A utilização de tecnologias de Geoprocessamento, como as de Sistema de Informações Geográficas - SIG, pode levar os profissionais que trabalham com o espaço urbano a uma leitura mais próxima da realidade e a alternativas, embora isto implique em superar o mito de que o emprego de tecnologias sofisticadas, ao menos para os padrões convencionais, pode levar ao mecanicismo e tecnocratismo (GILBERT, 1995 apud PEREIRA; SILVA, 2001 p. 110).

A tecnologia do geoprocessamento tem sido usada por uma grande gama de atividades que trabalham com processamento de dados referenciados para realização de mapeamentos para comunicação da gestão espacial. Com a aceleração na produção de mapas, essa nova tecnologia tem sido empregada em trabalhos de estudo e pesquisa de espacialização territorial por parte dos geógrafos e, mais recentemente, outras profissões têm ajustado as suas áreas de atuação, como os engenheiros, arquitetos e outros.

Conforme exposto, com o uso da geotecnologia, possibilitou a geração de informações sobre a bacia hidrográfica do rio Aquidauana, possibilitando subsidiar ações voltadas para a melhoria da gestão.

4 O emprego da geotecnologia no mapeamento da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana

A carta base da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, foi construída por processo digitalização das linhas de terço no programa Global Mapper 13^o, gerada com auxílio da articulação das imagens 19s57_, 20s57_, 21s57_, 19s555, 20s555 e 21s555 do TOPODATA. A projeção cartográfica foi a UTM – Projeção Universal de Mercator, Datum horizontal Córrego Alegre-MG e o vertical Imbituba-SC.

De posse do Shapefile da base cartográfica foi realizado ajustamento geométrico no mosaico das cartas topográficas do DSG em escala de 1:100000, tomando como parâmetro as linhas de terço e as cabeceiras de drenagens.

Feita a conformação a base cartográfica foi inserida no programa Global Mapper 13^o, onde foi acionada a ferramenta “Analysis” para aplicar “Generate Watershed”,

gerando automaticamente uma prévia rede de drenagem que foi ajustada e validada no conjunto de cartas integrante da bacia hidrográfica do rio Aquidauana. Considerando para inserção no mapeamento somente os canais perenes e com denominação regional.

O mosaico foi construído com as seguintes cartas topográficas da Região Centro-Oeste, abaixo descritas: SE.21-Z-D-II-Rio Negro, SE.21-Z-C-IV-Barranco Vermelho, SE.21-Z-C-V-Porto Ciriaco, SE.21-Y-D-VI-Alegria, SE.21-Z-D-IV-Serra de Maracaju, SE.21-Z-D-V-Rochedo, SE.21-Z-D-VI-Camapuã, SE.21-X-A-I-Coronel Juvêncio, SF.21-X-A-II-Miranda, SF.21-X-A-III-Aquidauana, SF.21-X-B-I-Palmeiras, SF.21-X-B-II-Campo Grande, SF.21-X-B-III-Jaraguari, SF.21-X-A-V-Aldeia Lalima, SF.21-X-A-VI-Ribeirão Taquaruçu, SF.21-X-B-IV-Rio Dois Irmãos, SF.21-X-B-V-Sidrolândia, SF.21-X-C-III-Nioaque e SF.21-X-D-I-Rio Serrote.

Os arquivos obtidos no programa Global Mapper¹³® foram exportados no formato vetor para o formato DWG para ser trabalhado no sistema CAD, para efetuar o desenho de implantação e a disposição de folha para impressão.

O uso da geotecnologia aplicada à resolução de trabalhos ambientais fundamenta-se em técnicas que auxiliam os estudos e pesquisas conduzidas para o meio físico-territorial, biótico, social e econômico para equacionar questões atinentes aos recursos naturais das áreas estudadas.

Neste contexto, o emprego da geotecnologia na geração de mapeamento da bacia do rio Aquidauana teve como plataforma CAD e Global Mapper 13 com suporte da imagem de Radar SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) do TOPODATA e um conjunto de cartas topográficas em escala de 1:100 000 integrante da bacia do rio Aquidauana, todas do DSG.

As últimas décadas têm sido marcadas por profundas modificações tecnológicas, sociais, econômicas e, principalmente ambientais (ROSS e SPÖRL, 2004). A ausência de uma visão sistêmica e de políticas públicas para o gerenciamento dos recursos hídricos causam empecilhos na criação e implantação de projetos que buscam integrar elementos físicos e humanos, como a gestão política, econômica e preservacionista presente numa bacia hidrográfica (TUNDISI, 2011)

4.1 Características da Bacia do rio Aquidauana

A bacia do rio Aquidauana de acordo com informações produzidas no Laboratório de Cartografia e Topografia UFMS/CPAQ, localiza-se entre as latitudes 19°19'1.7003" e 21°13'49.4890" S e longitudes 54°16'44.6762" e 56°49'11.3341" W, abrange uma área de 21.373,85Km², correspondente a 5,98% do território do Estado de Mato Grosso do Sul, envolvendo 16 municípios do Estado. O canal corta a região central do Estado de Mato Grosso do Sul e segue na orientação centro-oeste e noroeste, onde seu baixo curso inicia-se, já na Depressão Pantaneira, desaguando na Planície do Pantanal Sul-Mato-Grossense, abrangendo regiões morfoclimáticas de importância fitogeográfica. A área da bacia abarca partes do território dos municípios de Aquidauana, Anastácio, Dois Irmãos do Buriti, São Gabriel do Oeste, Rochedo, Miranda, Nioaque, Camapuã, Sidrolândia, Campo

Grande, Corguinho, Maracaju, Bandeirantes, Jaraguari, Terenos e Rio Negro, conforme (Figura 1) e destes, as sedes municipais de Aquidauana, Anastácio Corguinho e Rochedo são banhadas pelo Rio Aquidauana.

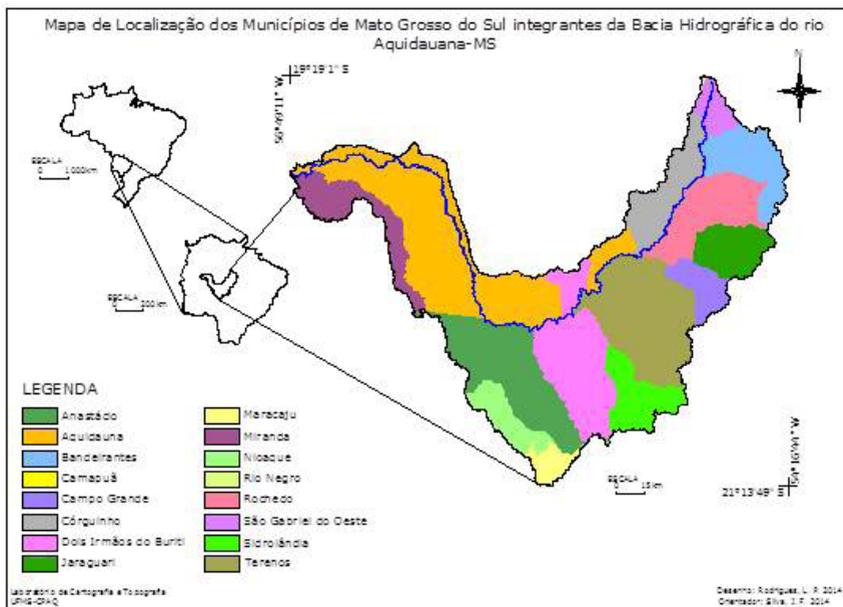


Figura 01. Localização dos municípios pertencentes à Bacia hidrográfica do rio Aquidauana

Fonte: LABCART/UFMS/CPAQ

Sul integrantes da

O espaço delimitado pode ser considerado polo de desenvolvimento, constituindo-se em importante segmento do poder público e gestão ambiental e de recursos hídricos numa unidade de planejamento. Destaca-se no contexto nacional e no Estado de Mato Grosso do Sul, conforme (figura 2), por apresentar três importantes unidades fisiográficas: o Planalto Maracaju-Campo Grande, a Depressão Pantaneira e a Planície do Pantanal Sul-Mato-Grossense, abrangendo parte dos biomas: Cerrado e Pantanal.

Nos espaços urbanos torna-se perceptível a materialização das ações humanas impactantes sobre a organização da superfície terrestre e na deterioração do ambiente, sendo derivado da alteração da paisagem natural e sua substituição por um ambiente construído como afirmado por Christofolletti (1997, p.133).

O impacto direto e imediato no meio consiste na mudança paisagística, substituindo o cenário expressivo da cobertura vegetal pelo do casario e ruas, com a aglutinação de um contingente populacional.

Compreender a dinâmica de evolução, involução, composição política, econômica, social e cultural da cidade, associado com as formas de apropriação desigual dos recursos naturais, bem como a dinâmica de atuação e resposta aos processos antrópicos sofridos, pode ser uma das vias teóricas metodológicas para compreender e sugerir propostas técnicas científicas e sociais. Assim, avançar no sentido da superação dos problemas socioambientais que degradam as condições de vida nas áreas urbanas, passa pela criação de novos mecanismos e espaços de gestão da cidade que assegure a participação de todos nos processos de tomada de decisão.

Sobre essa temática, Monteiro (1976, p.54) argumenta que

Seja pela implosão demográfica, seja pela explosão das atividades, os espaços urbanos passaram a assumir a responsabilidade do impacto máximo da atuação humana sobre a organização na superfície terrestre e na deterioração do ambiente.

No âmbito regional, a bacia hidrográfica do rio Aquidauana, possui uma rede de canais perenes onde as cabeceiras de drenagens têm origem nos contraforte da serra de Maracaju ou em terrenos baixos proveniente da planície pantaneira. Ressalta-se através da observação da figura 02 a destacada transição que a bacia hidrográfica percorre, com grande número de nascentes na região de serra e de seu percurso em direção à planície pantaneira (Fig. 02; 03; 04A; 04B; 05).

Essa peculiaridade revela a importância da manutenção das condições ambientais na bacia hidrográfica como um todo, considerando o papel que ela exerce na manutenção do ecossistema pantaneiro.

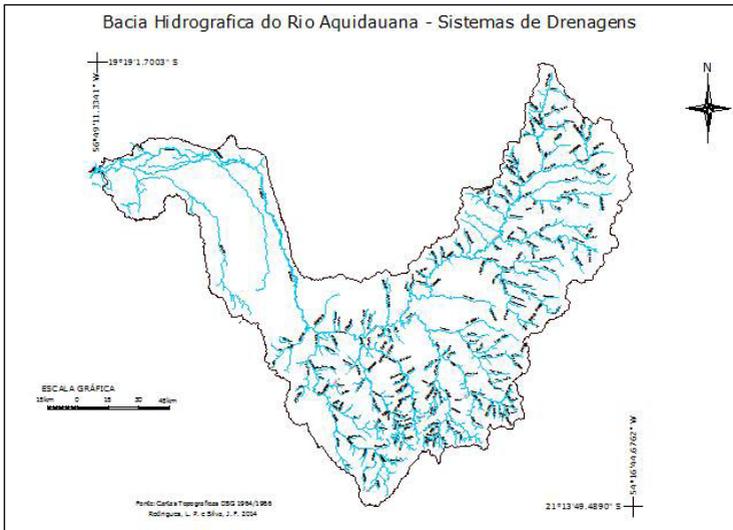


Figura 02. Rede de drenagem na bacia hidrográfica do Rio Aquidauana

A figura 02 demonstra a riqueza da rede de drenagem na bacia, tendo os afluentes da sua margem direita os córregos Tanque, Fundo, Chica Boa, Corguinho, Buritis, Macaúba, Lajeado, Carrapato, Formiga, Indaiá, Água Limpa, Barretina, Manoel Grande, Coqueiro, Lajeado, Santa Catarina, Recreio, Norato, Cortume, Pinhé, Ronda, Lixa, Sucuri, do Rego, Ribeirão Vermelho, Benfica, Piraputanga, das Antas, Paxixi, Fundo, Porteira, Guanandy, João Dias e Buriti. Na margem esquerda os córregos Barreirinho, Monte Alta, Cervo, Barreiro, São João, Lageadinho, Federação, Ribeirão Jatobá, Córrego Sapé, Ceroula, Indaiá, Água Fria, Pantera, do Pito, Novaião, Vaca Morta, Ribeirão Salobra, Córrego Cacimba, Tapera, Ribeirão Cachoeirão, Corrente, Vermelho, Graveto, Rio Dois Irmãos, Córrego Lageadinho, Chora-Chora, Rio Taquaruçu, Acôgo, Agachi (RODRIGUES; SILVA, 2014).

A figura 03 proporciona a visualização da bacia do rio Aquidauana no contexto do Estado de Mato Grosso do Sul e da clara conexão entre a área serrana no centro do Estado e a planície do Pantanal, banhando importantes regiões produtivas em seu trajeto.

O rio Aquidauana, juntamente com seus tributários, possui cabeceira em relevo de 700 m de altitude, o que resulta em forte declividade (Brasil, 1982b). O rio corre sobre fundo de vale com cerca de 1 km de largura, enquanto a seção molhada nas grandes enchentes atingem 200 m (Brasil, 1974), formando, frequentemente, corredeiras. O trecho médio deste rio (aqui definido como zona de transição entre partes altas e pantanais) não está bem representado, devido ao fato de o rio deixar abruptamente o planalto de Maracaju - Campo Grande e penetrar em terras baixas do Pantanal. (OLIVEIRA; FERREIRA, 2003 p. 12)

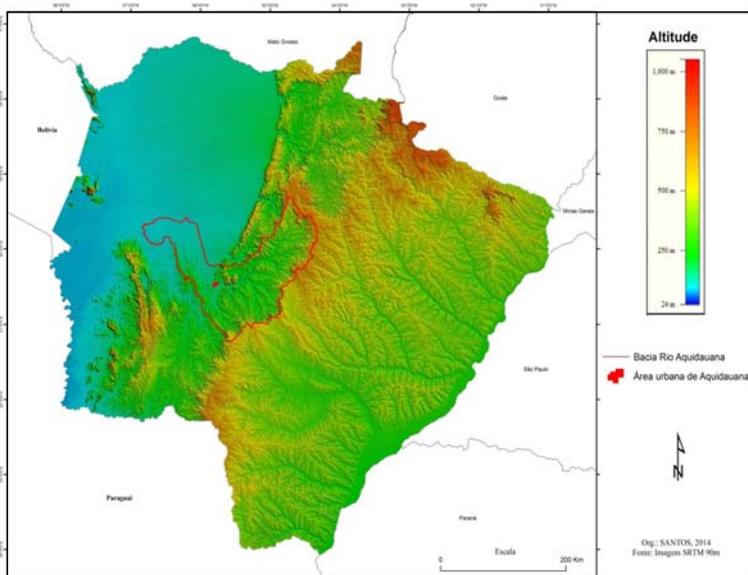


Figura 03. Mapa da representação fisiográfica da Bacia do Rio Aquidauana



Figura 04 A. Área de transição do rio Aquidauana do planalto para a planície, Distrito de Camisão, Aquidauana-MS.

Fonte: Ayach, L. R (2016)



Figura 04 B. Rio Aquidauana, adentrando área de planície, trecho urbano entre Aquidauana e Anastácio.

Fonte: Ayach, L. R (2016)



Figura 05. Área de planície do rio Aquidauana, no encontro com o rio Miranda.

Fonte: Bacani, V. M. (2015).

É necessário destacar as características ambientais na área da nascente do rio Aquidauana, no município de São Gabriel do Oeste, onde predomina a agricultura da soja, prevalecendo a ausência de mata ciliar e processo erosivo (Fig. 6A e 6B).



Figura 06 A. Canal de vossoroca na nascente do córrego Água Limpa, principal formador do Rio Aquidauana, em terras da Fazenda Pradense, município de São Gabriel do Oeste -MS.

Fonte: Guimarães, V. (2016).



Figura 06 B. Canal do córrego Água Limpa mostrando estágios de carga do leito (areias) depositadas a montante e na parte de jusante, escoamento de fluxo turbulento corrente, diretamente sobre rochas da formação Botucatu.

Fonte: Guimarães, V. (2016).

Pode-se inferir que nos últimos 40 anos, os municípios que compõem a área da bacia, vêm passando por um processo de transformação articulado com o momento histórico do modo de produção capitalista a nível mundial que se reestrutura mediante uma nova divisão do trabalho, valorização do espaço local, sendo que neste contexto, redefine a produção e a função do espaço, consolidando-se numa região especializada no agronegócio, na produção de carne bovina, a atividade turística, adequando-se aos novos padrões de competitividade do mundo globalizado, o que gradativamente tem contribuído para o avanço da vulnerabilidade ambiental na região, sendo que a maior repercussão socioespacial dos eventos, sobretudo os decorrentes do extremo climático processam-se nos espaços urbanos.

Cabe ressaltar que as intercorrências na produção e na função do espaço que envolve a área da Bacia do Rio Aquidauana, não se restringem apenas às áreas de produção ou às fazendas. Os topos dos planaltos, locais de nascentes, concentram grande produção de grãos, e a monocultura da cadeia produtiva do agronegócio. São áreas que fornecem as águas que alimentam e controlam as cheias dos rios que drenam a bacia, desencadeando, potencializando muitos impactos adversos no espaço.

Considerações finais

As informações apresentadas, mesmo que de forma parcial, propiciam o entendimento da importância dentro da abordagem geográfica do uso do geoprocessamento como ferramenta para a efetivação do planejamento e gestão ambiental integrada.

Conclui-se que a análise da interligação dos diferentes ecossistemas a partir do entendimento da dinâmica das bacias hidrográficas é fundamental para gerar informações que possam subsidiar a gestão e a tomada de decisões. Assim, através do suporte oferecido pela geotecnologia, em especial pelo geoprocessamento, na bacia hidrográfica do rio Aquidauana revela sua forte ligação com a planície pantaneira, o que reforça a necessidade de melhor gestão nas áreas que compõem a bacia, tanto no que se refere aos impactos urbanos, quanto ao ordenamento das áreas produtivas rurais, marcadamente no que se refere ao crescente processo de desmatamento e sua influência na manutenção de um ecossistema que depende do regime hídrico para existir.

Referências

- AB'SABER, A. O domínio dos cerrados: uma introdução ao conhecimento. **Rev. Serv. Públ.** v. 40, n. 111, p. 41-55, 1983.
- ALVES, G. L.; Mercante, M. A.; Favero, S. (orgs.). **Pantanal Sul-Mato-Grossense: ameaças e propostas.** São Paulo: Universidade Anhanguera, 2012. 201 p.
- ANTUNES, A. F. B. **Iniciando em geoprocessamento.** Disponível em: <<https://www.ufpe.br/latecgeo/images/PDF/g3.pdf>>. Acessado em: 06 jul. 2016.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em bacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al. (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand, 1999, p. 268-300.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Ementas Constitucionais nos 1/92 a 38/2002 e pelas Ementas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 72 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In: **Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica.** São Paulo: HUCITEC, 1997, p. 127-138.
- EMBRAPA. **Geotecnologias e geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Editores técnicos, Sérgio Gomes Tôsto[et al.] – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 248 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). Disponível em: <<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000028-ebookpdf.pdf>>. Acessado em: 04 jul. 2016.
- EMATER - Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Geoprocessamento: resumo executivo.** Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/>>

- modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=125>. Acessado em: 08 jul. 2016.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Dicionário geológico geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- LE BOURLEGAT, C. A. Mato Grosso do Sul: um território platino de convergências e diversidade. In: SILVA, E. A.; ALMEIDA, R. A. de (Orgs.). **Territórios e territorialidades no Mato Grosso do Sul**. São Paulo: Outras Expressões, 2011. 256 p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1976. (Série Teses e monografias, 25).
- OLIVEIRA, A. K. M. de; PAGOTTO, T. C. S.; PARANHOS FILHO, A. C.; MOREIRA, E. S. O desmatamento no Pantanal: causas e consequências. In: ALVES, G. L.; MERCANTE, M. A.; FAVERO, S. (orgs.). **Pantanal Sul-Mato-Grossense: ameaças e propostas**. São Paulo: Universidade Anhanguera, 2012. 201 p.
- OLIVEIRA, M. D. de; FERREIRA, C. J. **Estudos limnológicos para monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal Sul**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 61 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal).
- PADOVANI, C. R.; JONGMAN, Rob H. G. **Pantanal: um paraíso seriamente ameaçado**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2006. 5p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.098. Disponível em:
<<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM098>>. Acesso em: 20 set. 2016.
- PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JÚNIOR, J.; CATALANI, T. G. (orgs.). **Geotecnologias em aplicações ambientais**. Campo Grande-MS: UFMS, 2016. 383 p.
- PEREIRA, G. C.; SILVA, B. C. N. Geoprocessamento e urbanismo. In: GERARDI, L. H. de O.; MENDES, I. A. (orgs.). **Teoria, técnica, espaços e atividades: temas de geografia contemporânea**. Rio Claro/SP: Programa de Pós Graduação em Geografia - UNESP Associação de Geografia Teórica - AGETEO, 2001. 432p.
- PERH-MS. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Consolidação da etapa de diagnóstico do plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Secretária de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2008. 208 p.
- PHILLIPPI JR., A.; SILVEIRA, V. F. Saneamento ambiental e ecologia aplicada. In: PHILLIPPI JR., A.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. (Editores), **Curso de gestão ambiental**. Barueri-SP: Manole, 2004. p 19-52. (Coleção Ambiental).
- ROCHA, O; PIRES, J. S; SANTOS, J. E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA, E. L. G; SILVA, J. S. V; MARINELLI, C. E; ABDON, M. ed. **A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho. Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Paulo: RIMA, 2000.
- RODRIGUES, L. P.; SILVA, J. F. da. **Uso da cartografia ambiental nos trabalhos de levantamentos de informações ambientais: uma contribuição para os estudos da bacia do rio Aquidauana-MS**. Relatório de Iniciação Científica. UFMS. 2014.
- ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de**

Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2005. Disponível em: <http://www.geografia.ufflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf> acessado>. Acesso em: 27 jun. 2016.

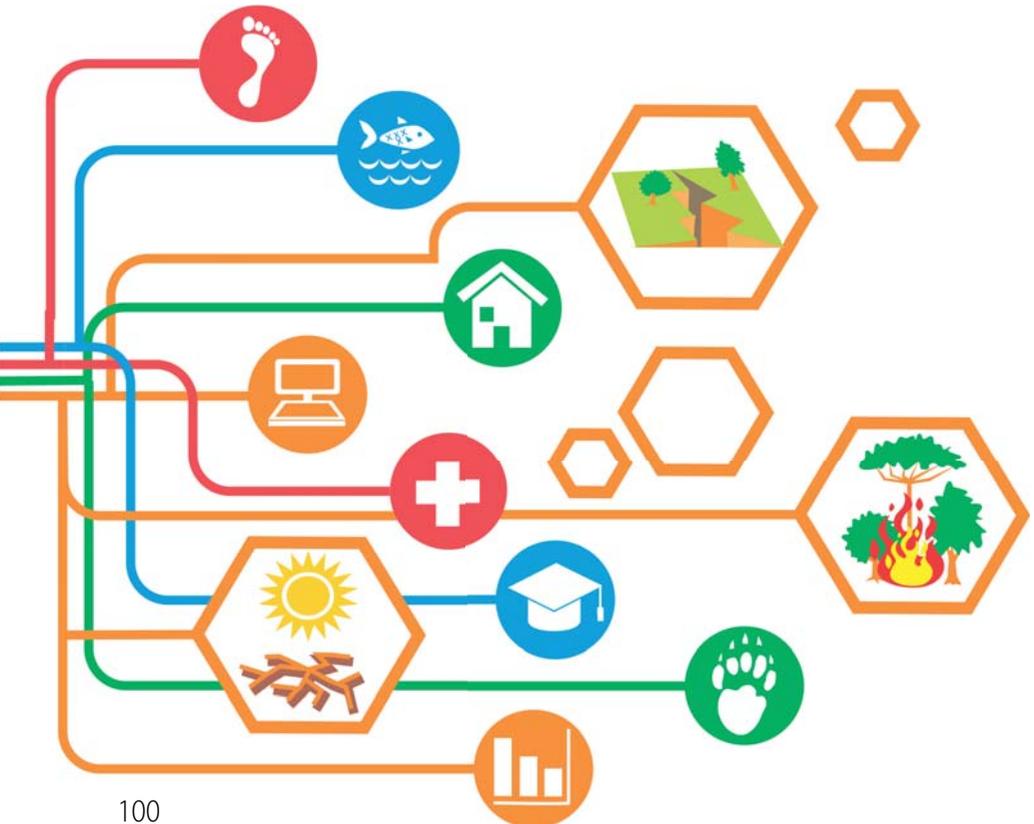
ROSS, J. L. S. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP**. Brasília, DF: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1995.

SADECKGEO. **Geoprocessamento**: ciência ou técnica. Disponível em: <<https://geotecnologias.wordpress.com/2012/03/15/geoprocessamento-ciencia-ou-tecnica/>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

TEIXEIRA, A. L. de; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de informação geográfica**. São Paulo: Hucitec, 1997.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de texto, 2011. 328p. UNESCO, 2000. Disponível em: <www.unesco.org.br>. Acesso em: 6 jul. 2005

XAVIER DA SILVA, J. O que é Geoprocessamento? **Revista do CREA-RJ**, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.geoperito.com.br/jla1/images/stories/didatico/geopro.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2016.



COMPREENDENDO DESASTRES NATURAIS E MITIGANDO SEUS EFEITOS: O ENSINO ESCOLAR DE GEOGRAFIA E OS VENDAVAIS

Fabiana Ferreira Borges¹

Nelson Rego²

Introdução

Nosso objetivo com este trabalho é apresentar propostas didáticas aplicáveis ao ensino de Geografia no nível médio e relativas à compreensão da dinâmica das formações dos vendavais no sul do Brasil e à formulação de medidas para mitigar os seus efeitos. As propostas fundamentam-se na Geografia e na Física, pois, para se ensinar sobre a dinâmica da atmosfera, tornam-se necessários conhecimentos pertinentes aos movimentos atmosféricos e às interações destes com as diferentes superfícies terrestres.

Vendavais são movimentos de grande intensidade associados aos gradientes de pressão atmosférica. São orientados pela existência de centros de ascendência – ciclones – e de subsidência – anticiclones – do ar, e seu movimento é condicionado pelas diferentes rugosidades do terreno (KOBAYAMA, 2006).

Aproximadamente 75% da população mundial habitam áreas que já se tornaram alvos de algum tipo de desastre natural ao menos uma vez durante o período de 1980 a 2000, havendo um aumento das ocorrências e dos impactos econômicos nos últimos anos (OKUYAMA; SAHIN, 2009). Esse aumento do impacto econômico é explicado em grande parte pelo acelerado crescimento das áreas urbanas ocorridas no mundo todo durante as últimas décadas.

Os vendavais vêm se mostrando como um dos tipos de desastre natural que mais vitima pessoas no Brasil, causando também grandes danos em perdas econômicas. A extensão composta pela Região Sul do Brasil e porções dos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás possui a segunda maior área de formação de tornados do mundo, perdendo apenas para o conhecido corredor de tornados dos Estados Unidos. Nessa extensão, os eventos de maior intensidade ocorrem na Região Sul.

1 Licenciada em Geografia e graduanda em Biologia Marinha pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: fabiferbor@gmail.com.

2 Professor no Departamento e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: nelson.rego@ufrgs.br.

Possuímos carência de informações exatas acerca do número de pessoas afetadas e dos danos causados a essas populações. Em parte, isso acontece devido à precária averiguação das consequências pelos órgãos públicos. Outro fator importante para a incerteza quanto a esses dados são as diferentes metodologias utilizadas para realizar esses balanços e dar-lhes divulgação. Utilizaremos os dados fornecidos pelo Banco de Dados Mundial, ressaltando, porém, que este depende diretamente da alimentação de dados fornecidos pelos órgãos governamentais competentes.

Metodologia

White (1974), em estudo que permanece como referência universalmente reconhecida, propôs cinco itens para o estudo de desastres naturais, de modo a construir um trabalho integrado e eficaz na construção da resiliência das populações: 1) estimar a área ocupada pelo ser humano nas áreas de perigo e as vulnerabilidades presentes no local; 2) determinar a faixa de ajuste possível contra eventos extremos; (3) examinar como a população percebe os desastres naturais; (4) examinar os processos de seleção de medidas adequadas; (5) estimar os efeitos da política sobre essas medidas.

Seguiremos as informações do *Emergency Disasters Data Base*, órgão ligado ao *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, para trabalharmos com dados quantitativos sobre danos e pessoas afetadas pelos desastres naturais.

Utilizaremos o terceiro item da proposta de White, de modo a construir o conhecimento sobre os processos físicos determinantes na formação dos vendavais na Região Sul do Brasil. Adotaremos também o primeiro item, relacionando a identificação de áreas de risco à compreensão de situações de vulnerabilidade.

Proporemos a construção de atividades para classes de ensino médio, considerando que a compreensão dos vendavais necessita de abstrações relativas a uma escala abrangente da dinâmica dos fluidos, o que será processado com mais pertinência a partir desse estágio do desenvolvimento cognitivo, pois o objeto de estudo requer observações espaciais e temporais ligadas em parte a um nível alto de abstração. Em relação a alunos na faixa entre os 14 e os 18 anos, espera-se que seu pensamento formal esteja em processo de consolidação (BECKER, 2012), o que possibilitará, em sala de aula, a abordagem de estratégias para a resolução de problemas com base na compreensão dos fenômenos desencadeantes do desastre natural.

Sistema de formação de ventos: Conceitos básicos

Os ventos de baixa altitude são movimentos das camadas de ar interagindo com a superfície terrestre. Relacionam-se aos ventos de altitudes maiores, incluindo-se os ventos geostróficos, e funcionam como mecanismo da estabilização do equilíbrio térmico entre as diferentes latitudes. São gerados a partir da dinâmica de cinco forças (STRAHLER; STRAHLER, 1996).

Força de gradiente de pressão: O ar se movimenta da alta para a baixa pressão, o que produz a sua estabilidade. Esse movimento é denominado de força de gradiente de pressão. O gradiente possui relação direta com a temperatura das superfícies terrestres. As variações na pressão podem criar aquecimentos diferenciados na superfície da Terra, resultando em diferentes densidades do ar. Isso pode ser observado pela equação da pressão de gradiente de força, onde p é a pressão, ρ é a densidade e Δx é a variação espacial leste-oeste:

$$\text{PGF} = \frac{1}{\rho} \frac{p}{\Delta x}$$

Fórmula 1. Força de Gradiente de Pressão

Fonte: Balling e Cerverny (2005, p. 813).

Gravidade: A gravidade opera verticalmente, as partículas da atmosfera são atraídas para baixo pela massa da Terra. A redução da pressão com o aumento da altitude produz gradiente de pressão vertical que favorece a suspensão das partículas e contrabalança a força da gravidade, evitando que a gravidade por si só colapse a atmosfera terrestre.

Força de Coriolis: É uma força aparente gerada pelo movimento de rotação da Terra. Não é considerada uma força verdadeira, uma vez que nenhuma massa está realmente envolvida de maneira direta. Uma partícula de ar no Hemisfério Norte sofre deflexão para a direita em sua trajetória, enquanto no Hemisfério Sul ocorre de maneira contrária.

Força centrífuga: É uma força aparente relacionada ao efeito que o movimento de rotação exerce sobre as partículas de ar, que são movimentadas na direção tangente ao movimento do círculo representado pelo planeta Terra. Para a atmosfera, a força centrífuga é representada pela equação da velocidade angular $\omega 2r$, sendo r o raio da curvatura.

Fricção: Ocorre entre as diferentes superfícies da Terra e as camadas de ar, produzindo um retardamento na velocidade do fluxo de ar em função do vetor inverso ao apresentado pelo fluxo de vento. A magnitude desse estresse decorre da relação entre a velocidade do vento e a rugosidade do terreno sobre o qual ele passa. As interferências friccionais ocorrem também entre duas camadas de ar movimentando-se em diferentes vetores e velocidades.

Ventos na Região Sul do Brasil

As latitudes médias apresentam sistemas atmosféricos caracterizados por dinâmicas intensas. A Região Sul do Brasil, composta pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, está sob a influência direta dos anticiclones polares, dos centros

de ação das massas polares e do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Os centros de alta pressão são reguladores das posições dos negativos, como a Baixa do Chaco, que interfere diretamente na dinâmica da circulação atmosférica regional.

O fluxo de ventos gerados principalmente pelas frentes polares é canalizado junto à região estrutural da cobertura sedimentar que está na borda dos escudos. Essa se localiza entre as zonas de *rift* formadas pela Cordilheira dos Andes e o escudo de Gondwana formado pelo Planalto Brasileiro, o que conforma um corredor que canaliza as massas de ar polar ocorrentes nos meses de inverno (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Essa estrutura forma uma área de planícies com altitudes significativamente menores em comparação ao relevo precedente, o que permite que as massas polares avancem com intensidade e por extensões prolongadas. A intensidade dos ventos aumenta entre os meses de setembro e dezembro, ocasionando mudanças no sistema isobárico da primavera (KOBAYAMA, 2006, p. 123).

Tabela 1. Velocidade dos Ventos (Km/h) e sua direção média

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Porto Alegre												
Direção	E	E	E	E	W	W	W	E	E	E	E	E
Intensidade	11.9	11.9	11.2	11.2	11.2	10.8	10.8	10.8	14.4	14.4	14.4	11.9
Floresópolis												
Direção	NE											
Intensidade	19.4	20.2	18.0	18.4	17.3	18.0	19.4	19.8	22.3	23.4	22.3	25.6
Curitiba												

Fonte: Furtado e Monteiro (1995, p.117)

No verão, o anticiclone polar adentra à América do Sul em latitudes mais elevadas do que no inverno. Nesse período, os ventos predominantes são de NE e E devido à localização mais ao sul do anticiclone, nas proximidades da latitude de 20°S (FURTADO e MONTEIRO, 1995). O gradiente de pressão existente entre a alta e a baixa pressão é pequeno, porém o aquecimento das superfícies do Chaco, durante o aumento da radiação no verão, pode aumentar a abrangência da baixa pressão, gerando o aumento da intensidade dos ventos nas regiões costeiras no sul do país.

Em Santa Catarina e no Paraná, a passagem da massa equatorial continental, vinda da Amazônia, pode provocar tempestades intensas nos finais de tarde. Essas tempestades muitas vezes vêm acompanhadas de ventanias. A Baixa do Chaco atrai a massa de ar úmido e a joga sobre esses dois Estados. O corredor de passagem dessa massa corresponde à Bacia do Paraguai.

No inverno, o Anticiclone Polar passa pelos Andes, próximo aos 32°S, alcançando o Chaco. Esse movimento gera o turbilhonamento do vento, o que pode gerar vórtices ou redemoinhos ao encontrar a superfície aquecida do Chaco. Há o predomínio de ventos secos e frios intensos do quadrante oeste, que podem ocasionar rajadas e mudanças bruscas na velocidade de circulação do vento.

No outono e mais intensamente no inverno, a entrada das frentes frias intensifica a convecção, uma vez que as áreas continentais ainda se encontram bastante aquecidas. São locais onde ocorrem os encontros das massas de ar frio com as massas de ar quente vindas do norte do país, gerando sistemas frontais. São locais propícios à formação de tornados, vendavais e granizo. Os tornados se formam a partir de um intenso cúmulo-nimbo gerado pelo choque entre as massas. Os tornados são caracterizados por um movimento do ar ascendente em grandes velocidades. São as depressões atmosféricas mais violentas, responsáveis por um grande número de perdas econômicas e de vidas humanas. A umidade e o material particulado são arrastados e giram na superfície em formato de um cone ligado a uma nuvem cúmulo-nimbo (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Os estragos causados pelo tornado estão diretamente relacionados aos ventos gerados pela célula convectiva e pela intensa redução da pressão do ar gerada no vórtice da depressão. Quanto maior a transferência de quantidade de movimento da atmosfera para a superfície, maior será a transferência vertical turbulenta de calor e de massa (VAREJÃO-SILVA, 2001). Na Região Sul, os tornados são formados por ocasião dos regimes de sistemas frontais de inverno e, principalmente no oeste dos Estados de Santa Catarina e do Paraná, pelos complexos convectivos de meso escala.

O gradiente de pressão existente entre a alta polar e um sistema de baixa (ciclone extratropical), localizado no sudeste do RS, junto ao litoral, propicia a formação da célula ciclônica que atrai a frente fria polar, enquanto o giro do anticiclone sobre o oceano joga umidade para dentro das áreas costeiras da Região Sul, formando as típicas chuviscadas de inverno.

O *El Niño*, com fases de três a oito anos, é caracterizado pelo esfriamento das águas do Pacífico equatorial na costa sul americana. Apresenta grande irregularidade quanto ao tempo de duração e à intensidade. A alta pressão do Pacífico ao sul se afasta da costa dos países andinos, resultando em secas no norte da Austrália e na Indonésia (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Esse evento ocasiona o aumento da temperatura média e das chuvas intensas no inverno da Região Sul. Os sistemas frontais se tornam estacionários sobre a Região Sul, o que é associado à intensificação do jato subtropical que atua como uma barreira à passagem das frentes para o oceano (KOBAYAMA, 2006). Como os tornados são gerados nos sistemas frontais, podemos deduzir que esses períodos são caracterizados pelo aumento da probabilidade de ocorrência desse tipo de desastre. Ocorre também o aumento do número de ventanias geradas pela passagem das tempestades frontais.

Os desastres naturais relacionados à dinâmica atmosférica são intensos e de rápida expansão. A dificuldade para a proteção das populações dos locais de vulnerabilidade, por ocasião dos eventos, é acentuada pela precariedade das políticas governamentais voltadas a essas situações. Por isso, deve ser enfatizado o trabalho prévio de conhecimento dos fatores desencadeantes desses tipos de desastres e a concepção de medidas mitigatórias.

A maioria dos desastres no Brasil (mais de 80%) está associada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Com exceção das inundações graduais, são fenômenos

súbitos e violentos que causam grande mortandade e destruição, pois não há tempo para as pessoas procurarem abrigos ou salvarem parte dos bens existentes em suas casas (MARCELINO, 2007, p. 8)

No período entre 1948 e 2013, os governos brasileiros relataram 17 ocorrências de tempestades severas ao Banco de Dados Mundial. Esse número é certamente pouco confiável, uma vez que a falta de integração entre os diferentes órgãos e a precariedade de muitas prefeituras inviabilizou que muitas ocorrências fossem relatadas. Ainda assim, foram registradas 350 mortes e 213.092 pessoas atingidas, além de danos econômicos de 441.000.000 em dólares americanos.

Na Região Sul do Brasil, o maior contingente de perdas humanas e econômicas acontece com as tempestades convectivas, conforme mostra a tabela 2. Essas tempestades podem vir acompanhadas por grandes vendavais, pois a convecção está acompanhada pelo transporte de matéria propiciada pela intensidade dos gradientes de temperatura e pressão.

Tabela 2. Número de Desastres Naturais Meteorológicos no Brasil.

Tipo de Desastre	Subtipo de Desastre	Quantidade de Eventos	Total de Mortes	Total de afetados	Danos Totais ('000 US\$)
Tempestades	Ciclone tropical	1	4	150060	350000
Tempestades	Tempestade Convectiva	9	68	25220	181000
Tempestades	Tempestade Extratropical	1	3	1600	0

Fonte: EM-DAT (2016)

Propostas de atividades a serem trabalhadas na escola

A descrição dos ventos requer a observação de duas variáveis: direção e velocidade. A movimentação do vento em suas diferentes direções é detectada pela observação direta da trajetória das nuvens baixas. O professor pode trabalhar a observação das nuvens constantemente com os alunos, elaborando planilhas de acompanhamento da direção dos ventos nas diferentes estações do ano. Como mostrado anteriormente, na Região Sul do Brasil ocorre a mudança sazonal na direção predominante dos ventos devido à mobilidade do giro de alta pressão móvel sobre o Atlântico.

As cinco forças reais ou aparentes atuantes na formação dos ventos, anteriormente mencionadas, são as responsáveis pela dinâmica e da circulação geral da atmosfera. O professor as poderá utilizar como ponto de partida para a compreensão da dinâmica de formação dos ventos.

Para demonstrar o efeito Coriolis, é recomendável utilizar o modelo do planeta cilindro.

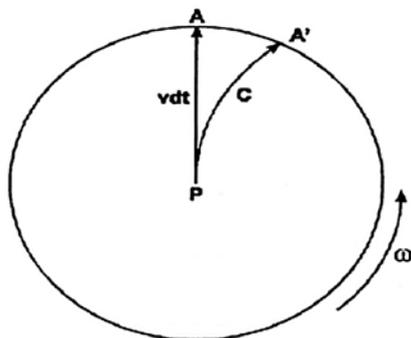


Figura. Efeito Coriolis sob a Rotação da Terra.

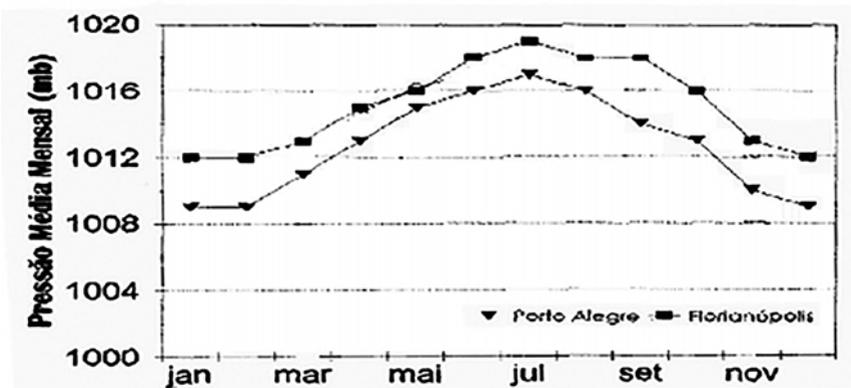
Fonte: Balling e Cerveny (2005, p. 814)

Colocando pedaços de papel circular em ambas as bases de um cilindro e movimentando o mesmo no sentido de rotação da Terra, de oeste para leste, podemos pedir para os alunos fazerem riscos representando o movimento do fluxo de vento em ambas as extremidades do cilindro, partindo do centro para a extremidade do círculo, o que tornará visível o sentido do movimento. A partir dessa atividade, os alunos conseguirão verificar na prática o efeito *Coriolis* agindo sobre a dinâmica do fluxo de ar.

A intensidade dos ventos está relacionada com as características do local a ser analisado, sendo importante que o professor verifique previamente as características do relevo local, a dinâmica das massas de ar e as modificações temporais da atmosfera. Na Região Sul do Brasil, conforme o descrito, predominam as ações dos anticiclones polares, dos centros de ação das massas polares e do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. A análise da dinâmica desses movimentos será de grande importância para identificar os riscos existentes e as populações em situação de vulnerabilidades aos vendavais.

Trabalhar em sala de aula com gráficos fortalece a capacidade de associar informações e conceitos. O gráfico abaixo representa a variação média das pressões ao longo do ano. Podemos observar que os meses de inverno têm as maiores pressões médias mensais, isso ocorre devido à entrada de massas de ar polares frias. Comparando os dados de chuvas e da direção dos ventos em Porto Alegre e Florianópolis, verificamos que os períodos mais chuvosos em Porto Alegre ocorrem nos meses de inverno, com predominância do vento na direção W, enquanto em Florianópolis os maiores índices pluviométricos acontecem nos meses de verão, coincidindo com o retorno da alta pressão do Atlântico Sul para latitudes maiores. Os meses de inverno são caracterizados por ventos predominantemente de NE em Florianópolis, o que demonstra ampla influência dos ventos do centro de alta pressão do Atlântico Sul nessa localidade (FURTADO; MONTEIRO, 1995).

Gráfico 1. Pressões Médias mensais em mb



Fonte: Furtado e Monteiro (1995, p. 120)

O ar convergente em altitude desce para os níveis inferiores, desenvolvendo uma espiral anticiclônica (alta pressão), característico de tempos estáveis. Inversamente, o ar que sobe até o núcleo da corrente forma uma espiral durante esse movimento (fluxo ciclônico), o que é característico de tempos meteorológicos tempestuosos. Nas áreas litorâneas é bastante comum a formação, principalmente nos finais de tarde de verão, de sistemas convectivos isolados. A evaporação desencadeada pelo aquecimento das superfícies durante o dia gera a formação de intensos cúmulos-nimbos tempestuosos, causadores de ventanias, granizos e grandes pluviometrias.

Conforme visto antes, outro evento bastante comum no sul do Brasil são os ciclones extratropicais no outono. A entrada de frentes frias produz um sistema ciclônico sobre o oceano. Os ciclones extratropicais são acompanhados de precipitações e vendavais que podem causar estragos significativos principalmente nas áreas costeiras.

Para a classificação dos ventos é utilizada a escala de Beaufort. Com auxílio da tabela, professor e alunos podem observar e classificar os ventos. Podem também comparar a classificação de Beaufort com dados estatísticos. Por exemplo, se examinando os dados referentes às velocidades médias mensais dos ventos em Florianópolis, conforme a tabela 1 exposta anteriormente, verificamos que o mês mais ventoso nessa cidade é representado por dezembro com a velocidade média de 25,6 km/h, o que representa brisas moderadas. Outra possibilidade é associar a tabela classificatória com a observação de imagens de satélite e as informações sobre os valores sinódicos de velocidade e direção, principalmente no que concerne às células ciclônicas comuns no Atlântico Sul durante o inverno. Com isso, professor e alunos poderão identificar as áreas potencialmente mais passíveis à ocorrência de ventos fortes.

Tabela 3. Classificação de Beaufort

Força	Designação	Velocidade		Efeitos
		nós	km/h	
0	Calmaria	< 1	1	As fumaças das chaminés sobem verticalmente. A superfície do mar fica como um espelho.
1	Aragem	1-3	2-6	A direção dos ventos é definida pela fumaça. Aparece no mar uma leve rugosidade.
2	Brisa Leve	4-6	7-11	As folhas das árvores se movimentam. O vento é sentido no rosto. Os cataventos movem-se lentamente. No mar, notam-se pequenas cristas de aparência vítrea, sem romper-se.
3	Brisa Suave	7-10	12-19	As folhas e os ramos finos das árvores se agitam constantemente. Os ventos movimentam as bandeiras leves. As ondas se acentuam, com rompimento de pequenas cristas (carneirinhos).
4	Brisa Moderada	11-16	20-30	Papel e poeira são levantados do chão. Os pequenos ramos são movimentados. As ondas ficam maiores, com espumas frequentes.
5	Vento Fresco	17-21	31-39	Pequenos arbustos e arvoretas se movem. Nos tanques se formam pequenas ondas. No mar, as ondas aumentam de tamanho, com abundância de borrifos.
6	Vento	22-27	40-50	Movem-se os ramos grossos. Torna-se difícil andar de guarda-chuva e os fios de eletricidade silvam (assoviam). Começa a formação de ondas grandes, aumentam as espumas e borrifos, tornando-se perigoso para pequenas embarcações.
7	Vento Forte	28-33	51-61	Movem-se as árvores grandes, é difícil andar contra o vento. A espuma se desloca na direção dos ventos e o mar engrossa.
8	Ventania	34-40	62-74	O vento quebra os galhos das árvores. Torna-se muito difícil caminhar contra o vento. Ondas médias se formam. As espumas são arrastadas em nuvens brancas (borrifos).
9	Ventania Forte	41-47	75-87	Ocorrem destelhamentos das estruturas frágeis (chaminés, placas etc.). Camadas grossas de espumas são arrastadas sobre o mar. As cristas das ondas começam a se romper, dificultando a visibilidade.
10	Tempestade	48-55	88-102	As árvores são tombadas pela raiz, e as casas mais frágeis sofrem danos consideráveis. Ondas altas, com cristas em pé. A superfície do mar parece branca devido a grande quantidade de espumas. A visibilidade é reduzida.
11	Tempestade Violenta	56-63	103-117	Ocorre com pouca frequência, começam a ocorrer danos estruturais. Ondas excepcionalmente grandes. Mar completamente branco e visibilidade extremamente reduzida.
12	Furacão	> 64	>118	Extremamente violento. Danos generalizados nas edificações. O mar está completamente branco devido à espuma das ondas.

Fonte: Kobyama (2006, p. 63)

O Brasil não está entre os países que apresentam o maior número de eventos atmosféricos extremos. Porém, quando analisamos os números de pessoas afetadas pelos desastres, o Brasil se destaca. Isso se explica pela existência de vulnerabilidades que, além de geofísicas, podem ter origem nas formas pelas quais o espaço geográfico é ocupado, o que implica em questões de localização e de estrutura das residências e demais prédios.

Os vendavais são mais frequentes em áreas onde os gradientes de pressão são maiores, tornando áreas de perigo as latitudes médias de clima subtropical. A identificação das vulnerabilidades abrange a detecção dos padrões sociais e das políticas públicas para a resiliência. Uma das formas mais importantes para a redução das vulnerabilidades está relacionada às medidas preventivas.

O ensino de Geografia auxilia a educar para a prevenção. Para detectar as vulnerabilidades podemos observar e descrever aspectos das construções, por exemplo, tipos de telhados e janelas, altura da edificação, presença de anteparos nas proximidades das residências, como muros e cercas de recepção. Quanto maior for a altura do anteparo, mais larga será a faixa de atuação do mesmo (VAREJÃO-SILVA, 2001). Outro ponto importante a ser analisado para a identificação da vulnerabilidade se relaciona à proximidade das estruturas governamentais de apoio ao desastre e primeiros socorros, sobretudo os hospitais e o corpo de bombeiros. Especial atenção deve ser dedicada às áreas urbanas caracterizadas pela ocupação informal, devido à concentração de moradias em situação de vulnerabilidade.

Kobyama (2006) destaca a vantagem das telhas de cerâmica em comparação às telhas de cimentos ou de amianto, considerando a intensidade do impacto no caso de possível desabamento. Destaca também as vedações nas janelas, pois uma vedação eficiente reduz a entrada de vento no interior da construção, reduzindo o aumento de pressão que pode desencadear o desabamento de paredes. Em eventos de tornados, a existência de cômodos com poucas janelas e com estruturas de concreto reduz a possibilidade da sucção gerada pela célula. O fator mais importante é a solidez das estruturas ligadas ao solo. A existência ou não desses fatores é um importante aspecto a receber a atenção de observações e descrições no trabalho de campo no ensino de Geografia.

Outro fator importante a ser observado é a cobertura vegetal, pois esta constitui um anteparo que reduz a capacidade destrutiva do vento, funcionando como quebra-ventos que protege as residências do destelhamento e, mesmo, do desabamento. A existência de vegetação modifica a superfície aerodinâmica, que passa a se situar um pouco mais acima (VAREJÃO-SILVA, 2001), diminuindo os efeitos desastrosos. Essa elevação da superfície aerodinâmica está relacionada à combinação da resistência das espécies vegetais presentes face às velocidades do vento. Para diminuir o risco e os efeitos de possíveis quedas sobre as construções, o desejável é que as árvores não se localizem junto às casas, ainda que próximas, e sejam de portes menores, como as frutíferas.

Considerações Finais

Os vendavais se configuram como o terceiro tipo de desastre natural com maior número de pessoas afetadas no Brasil. Na Região Sul, os vendavais são frequentes e estão diretamente relacionados às tempestades geradas pelos sistemas frontais e sistemas ciclônicos extratropicais.

A aprendizagem das dinâmicas da atmosfera exige um elevado grau de abstração. As propostas de atividades com os alunos na disciplina de Geografia no ensino médio objetivam a construção do conhecimento com base na compreensão da dinâmica atmosférica e que isso leve à observação de dados concernentes à probabilidade da ocorrência de desastres e se constitua num incentivo à adoção de atitudes de mitigação dos efeitos.

O conhecimento acerca da dinâmica atmosférica e do desastre natural face à sociedade toma grande relevância, pois mescla o processo de formação e distribuição dos eventos naturais com as condições sob as quais os esses eventos são recebidos – da exposição à mitigação, o que irá se refletir no número de vítimas e na extensão dos danos materiais.

Referências

- BALLINNG, R. C. J.; CERVENY, R. S. Winds and Wind Systems. In: OLIVER, J. E. (Editor). **Encyclopedia of world climatology**. Dordrecht: The Netherlands: Springer, 2005.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Grupo A/Editora Penso, 2012.
- EM-DAT (CRED). **The international desastre database**. Disponível em: <<http://www.emdat.be/country-profile>>. Acesso em: 01 dez. 2016.
- FURTADO, S. M. de A.; MONTEIRO, M. A. O clima do trecho Florianópolis - Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, Ano 10, n. 19/20, 1º e 2º semestres, 1995.
- KOBYAMA, M. et. al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Florianópolis: Organic Trading, 2006.
- MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE, 2007. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/publicacoes/conceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2016.
- OKUYAMA, Y.; SAHIN, S. **Impact Estimation of Disasters**: a global Aggregate for 1960 to 2007. The World Bank and International University of Japan. Policy Research Working Paper 4963. June 2009.
- STRAHLER, A. N.; STRAHLER, A. H. **Geografia física**. 3. ed. México: Omega, 1996.
- WHITE, G. F. Natural hazards research: concepts, methods and policy implications. In: _____. **Natural Hazards**: local, national, global. New York: Oxford University Press, 1974.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, 2001.

PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES A PARTIR DO MAPEAMENTO DE FRAGILIDADES

André Luiz Nascentes Coelho¹

Introdução

O crescimento da população é acompanhado pela necessidade de mais alimentos, moradia, água, energia e outros. Para atender a essa demanda e àquelas relacionadas à reprodução do capital, novas áreas territoriais são ocupadas e exploradas de modo degradante. Este processo materializa-se de maneira mais evidente através da urbanização das cidades, em grande parte dos casos, sem planejamento enquanto a inserção de novas áreas agrícolas se dá com a supressão da vegetação e de práticas não conservacionistas (ROSS, 2009).

No Brasil, estas ações provocam danos socioambientais e desastres diversos, como os deslizamentos de encostas ocupadas irregularmente, enchentes e alagamentos em inúmeras áreas rurais e urbanas. Este cenário é preocupante e carece de estudos que possam avaliar as ameaças dessas paisagens, identificando o grau de fragilidade a partir da integração entre as condicionantes naturais e as intervenções humanas. Nessa concepção, é necessário que as ações humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial e ambiental, tomando-se como premissas as potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dessas paisagens.

Nessa perspectiva, Ross (1994) estabeleceu algumas etapas metodológicas para a realização do mapeamento denominado Fragilidade Emergente, que permite avaliar o meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais e antrópicas com as suas restrições. Segundo o autor, a análise empírica da fragilidade exige alguns estudos básicos, de relevo, solo, vegetação, uso e cobertura da terra e clima.

Para dar suporte a estes estudos básicos, conta-se atualmente, com o uso de ferramentas computacionais como os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), de dados e informações acessíveis com referência geográfica, que destacam a arquitetura

¹ Professor da Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia - Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias - E-mail: alnc.ufes@gmail.com.

do relevo (estruturas, modelados, rede de drenagens, usos da terra, entre outros) de uma determinada área, desde alguns metros, até centenas de quilômetros, proporcionando diversos tipos de análises no âmbito dos estudos geoambientais (SAUSEN; NARVAES, 2015; JENSEN, 2009; ROSS, 2009; FLORENZANO, 2008, 2007 e 2005).

A propósito disso, Coelho (2013) adverte que o emprego da ferramenta SIG deve ser operado, preferencialmente, por um especialista de maneira prudente. Tratada como instrumento de apoio e não de decisão nas diversas modalidades de aplicação. Um exemplo é a geração de modelos que apontam áreas susceptíveis a desastres, que necessita após a geração do mapa, ser comprovado e aprovado com base em estudos pontuais e/ou campanhas de campo, viabilizando assim, o tratamento mais eficiente do problema.

Nessa linha de discussão, este trabalho busca destacar os principais procedimentos de elaboração e análise do mapeamento de Fragilidades Emergentes aplicado no Município de Santa Teresa-ES, contribuindo no processo de tomadas de decisões, de elaboração ou revisão de Plano Diretor Municipal, na prevenção de risco e recuperação/resiliência de paisagens degradadas.

A construção desse produto deve partir com emprego de referenciais que abordam a problemática valorizando os relatórios técnicos de análise dos riscos, como também, os registros de ocorrências efetuados pela Defesa Civil. Outra etapa complementar é a aquisição dos Planos de Informações acessíveis e gratuitos a serem utilizados no Sistema de Informações Geográficas – SIG, como os empregados nesse mapeamento: Limite Estadual (IBGE, 2015); Áreas de Risco, Unidade de Conservação, Limite de Corredor Ecológico e Curso D'água (GEOBASES, 2016); Limite Municipal, Geomorfologia, Limite de Bairro, Solo e Uso e Cobertura da Terra (JSN, 2013); Ortofotomosaico com resolução espacial de 1 metro (IEMA, 2008); Imagem satélite Resourcesat-2, sensor LISS-3, órbita 336, ponto 092, com data de passagem 12/07/2016 e horário central 10:01 horas, bandas: 2, 4 e 5 com resolução espacial de 23,5 metros (INPE, 2016); Dados do modelo digital de elevação ASTER/GDEM *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Model* de resolução espacial 30 x 30 metros (USGS, 2011).

O processamento dos dados vetoriais e matriciais são realizados por softwares de SIG comercial como o *ArcGIS 10.5* utilizado nesse trabalho ou de uso gratuito, a exemplo do Spring, QGIS, entre outros, devendo o usuário ajustar os Planos de Informações, quando necessário, no sistema de projeção UTM e o Datum (IBGE, 2005). É altamente recomendado, na construção do mapa, definir uma escala adequada de apresentação cartográfica elencando os elementos básicos como título, legenda, escala de barra, datum, grade de coordenadas, fonte de dados, mês/ano de execução e autor, em acordo com as observações de especialistas na área cartográfica como Menezes e Fernandes (2013), Fitz (2008ab) e Slocum et. al. (2008).

No município a aplicação do modelo de Fragilidade Emergente teve início com a definição de coeficientes/graus de importância entre 1 a 5 conforme metodologia de Ross (1994), adaptado as características socioambientais do objeto de estudo, com o

valor 5 relacionado à Alta Fragilidade e da definição do tamanho da matriz de 30 x 30 metros, adequados a escala do município.

A variável Declividade/Inclinação da Vertente partiu do dado ASTER/GDEM que foi recortado/extraído do limite territorial, gerando a declividade e reclassificado com a sequência de comandos – *Extract by Mask, Slope* e *Reclassify*, nas seguintes classes e coeficientes: Declividades 3 a 6% (valor = 1), Declividades 6 a 12% (valor = 2); Declividades 12 a 20% (valor = 3); Declividades 20 a 30% (valor = 4) e Declividades 1 a 3% e > 30% (valor = 5).

A variável Solo teve como base o Plano de Informação vetorial Solos que foi recortado no limite do município - comando *Clip*, dissolvido nas tipologias de solos - comando *Dissolve*, seguido da criação de um campo numérico “Peso” na tabela de atributos - comando *Create Field* e atribuição de coeficientes conforme as classes de solos: Afloramento de Rocha (valor = 1); Neossolo Litólico (valor = 2); Latossolo Vermelho-Amarelo (valor = 3); Nitossolo Vermelho (Valor = 4) e Cambissolo Hapico (valor = 5). Por fim, a transformação para Raster - *Polygon to Raster*.

A variável Uso e Cobertura da Terra teve como base o plano de informação vetorial Uso da Terra recortado no limite do município - comando *Clip*, dissolvido nas tipologias de usos - comando *Dissolve*, seguido da criação de um campo numérico “Peso” na tabela de atributos - comando *Create Field* e atribuição de coeficientes conforme classes de Usos e Coberturas: Floresta (valor = 1); Afloramento e Silvicultura (valor = 2); Pastagem (valor = 3) Cultura (valor = 4); Área Urbana e Água (valor = 5), finalizando com a transformação para Raster a partir do comando *Polygon to Raster*.

Em seguida, foi gerado o mapa utilizando como base teórica a metodologia de Ross (1994) sobre as fragilidades dos ambientes naturais e antropizados adaptada ao objeto de estudo, expressa pelo algoritmo matemático através da função - *Raster Calculator*: $FE = (((DC+SO)/2)+UC/2)$ sendo: FE = Fragilidade Emergente; DC = Declividade; SO = Solo; UC = Uso e Cobertura da Terra (Figura 1). Por fim, foram reclassificados em 3 classes de Fragilidades: Baixa, Média e Alta.



Figura 1. Planos de Informações/Variáveis utilizadas na obtenção da Fragilidade Emergente.

Breve descrição do Objeto de Estudo

O município de Santa Teresa (ES) (Figura 2), objeto de estudo, situa-se na Microrregião Central Serrana com a sua sede distante 83,4 km da Capital Vitória. Conta com uma área de

683,11 km² e cerca de 23.882 habitantes, de acordo com a estimativa populacional publicada em 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

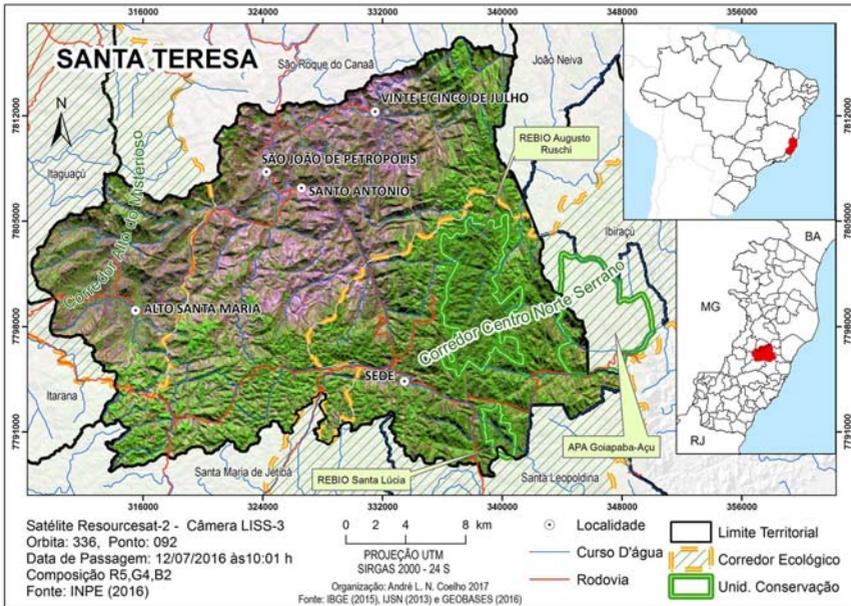


Figura 2. Imagem satélite *Resourcesat-2* fusionada com o Modelo Digital de Elevação (MDE) destacando o Município com as suas localidades, os dois Corredores Ecológicos e as três Unidades de Conservação.

A paisagem do município é marcada por uma topografia acidentada de estruturas fraturadas constituídas por afloramentos rochosos composto por três principais unidades geomorfológicas: Patamares Escalonados do Sul Capixaba abrangendo 74,3%, Maciços do Caparaó com 24,5 % e o Modelado de Acumulação Fluvial compreendendo 1,1 % (COELHO et. al. 2012 e RADAMBRASIL, 1983).

Mais de 40% do território é coberto por remanescentes de Mata Atlântica (IPEMA, 2005) presente, sobretudo a leste e sul do município e que estão situadas as Unidades de Conservação - UCs como a Reserva Biológica Augusto Ruschi (3.604 ha), Reserva Biológica de Santa Lúcia (468 ha) e parte da APA Goiapaba-Açu (3.525 ha), UCs que compõem um dos principais Corredores Ecológicos² do Estado do Espírito Santo (Figura 2), o corredor Centro Norte Serrano que conta com a maior concentração de cobertura florestal conservada do Estado, áreas potenciais de conexão a outras UC's e vocação para implantação de Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN (PCE, 2006). O oeste do município também é cortado por outro importante corredor ecológico, o Ato do Misterioso abrangendo a parte sudoeste do vale do Canaã.

A sede municipal está localizada em um vale na porção sudeste do território com a ocorrência de construções em encostas íngremes e também junto aos cursos d'água destituídos de vegetação ciliar, com parte dos canais fluviais revestidos por concreto nas margens, nos setores vertem os córregos São Lourenço e São Pedro no bairro Centro (Figura 3).

Em relação à precipitação, os meses de outubro a março correspondem aos mais chuvosos, enquanto junho a setembro são marcados por estiagens, havendo destaque para agosto o mais seco. As médias de temperaturas mínimas, na maior parte do município, variam entre 9,4°C a 11,8°C enquanto as médias máximas estão entre 27,8°C a 30,7°C (INCAPER, 2017).

Fragilidade Emergente Municipal

A Figura 3 apresenta o mapa de Fragilidade Emergente de Santa Teresa (ES) possibilitando visualizar o limite territorial do município e o detalhamento da sede, elencando os locais potenciais de Deslizamento, Movimento de Massa, Alagamento e Inundação destacados pelas tonalidades de amarelo, laranja e vermelho nas seguintes classes respectivamente: Baixo, Médio e Alto Risco, resultantes da avaliação conjunta das variáveis que atribuiu os coeficientes de importância para cada um desses elementos: clinografia/declividade, tipos de solos gerando a fragilidade potencial que foi cruzada com o uso e cobertura da terra resultando no modelo de Fragilidade Emergente.

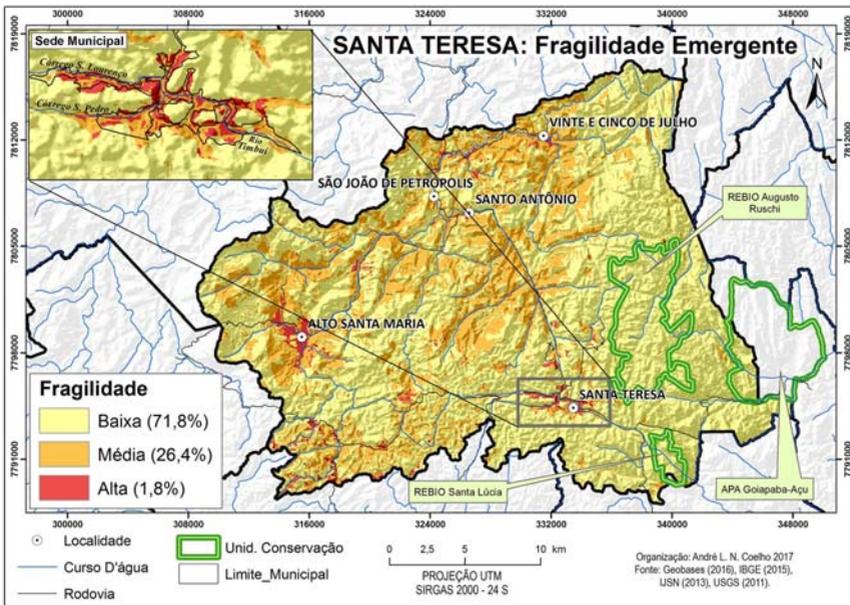


Figura 3. Distribuição das Classes de Fragilidades Emergentes do Município de Santa Teresa – ES, destacando a sede municipal.

Dentre as três classes sobressai a Fragilidade baixa com 71,8% do território, presente, sobretudo nos setores leste e sudeste em que estão localizadas as Unidades de Conservação, caracterizadas como paisagens que predominam a cobertura da terra constituída por Mata Atlântica em relevo acidentado pouco degradado pela atividade humana, restrita aos fundos de vale dos alinhamentos estruturais da região (Figura 2).

Já ocorrência da Fragilidade Média abrange 26,4% do território (Tabela 1), situado mais no centro-norte no Vale do Canaã que compõe parte da bacia do Rio Santa Maria do Rio Doce. A Alta Fragilidade Emergente, apesar de abranger 1,8% ou 12,45 km², está presente nas áreas urbanizadas como a sede do município associada à ocupação e construção em setores suscetíveis a processos de deslizamentos e inundações.

Tabela 1. Áreas e Percentuais de Fragilidade Emergente em Santa Teresa (ES)

Santa Teresa Fragilidade Emergente	Área km²	Percentual (%)
Baixa	490,47	71,8
Média	180,19	26,4
Alta	12,45	1,8
Totais	683,11	100,0

Observa-se também, manchas de Fragilidade Alta nas localidades de Alto Santa Maria a oeste do município, junto à planície fluvial, e Vinte Cinco de Julho a norte, caracterizados como ambientes propícios a eventos de alagamentos/inundações, enquanto nas localidades de Santo Antonio e São João de Petrópolis a Fragilidade Alta ocorre de maneira mais pontual.

Junto à sede municipal foi possível realizar a validação do modelo gerado tomando como referência as informações e estudos realizados: da *Defesa Civil* disponibilizada pelo Portal Geobases - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2016), e do Relatório técnico intitulado "*Mapeamento do risco e dos domicílios em situação de risco de deslizamento de encostas: Município de Santa Teresa*" (PDAP/PMRR, 2013).

As informações da *Defesa Civil* estão disponibilizadas em ambiente SIG, contendo um Plano de Informação vetorial no formato *shapefile*³, os locais de ocorrência de riscos atrelados a um banco de dados geográficos. Já o relatório que trata da situação de risco de deslizamento de encostas, na sede de Santa Teresa, apresenta em uma ficha de campo os locais com *coordenadas X e Y UTM*, Datum Sirgas 2000 zona 24s, caracterização do setor de risco, fotografias, entre outras informações.

Com base nesses registros acessíveis, que tratou somente da sede municipal, foi realizada a validação dos locais com o modelo de Fragilidade Emergente, conforme a Figura 4, que apresenta dois mapas em mesma escala, sendo o superior "A" uma imagem com os limites dos bairros, os polígonos identificados pela defesa civil e os pontos de riscos registrados no relatório técnico. Em "B" o mapa do mesmo local filtrado com as manchas de Fragilidades

Média na tonalidade de laranja e a Alta com a tonalidade de vermelho, além dos polígonos identificados pela defesa civil e os pontos de riscos registrados em relatório técnico.

A comprovação do Mapa de Fragilidade Emergente foi condizente com todos os locais apontados pela Defesa Civil e Relatório Técnico (Figura 4), apontando outras áreas potenciais de Deslizamento, Movimento de Massa, Alagamento e Inundação. Portanto, um produto de baixo custo, mais completo e coerente com a realidade do Município.

Outro aspecto relevante é que a modelagem do mapa não ficou restrita à área urbana da sede. Propôs uma avaliação mais ampla, de todo o território, contribuindo para diversas ações de planejamento e gestão territorial, como a ampliação dos inventários de riscos realizados pela defesa civil ao apontar mais locais com Alta Fragilidade, podendo contribuir também, para a revisão do Plano Diretor Municipal, Plano Diretor para Redução de Riscos, entre outros.

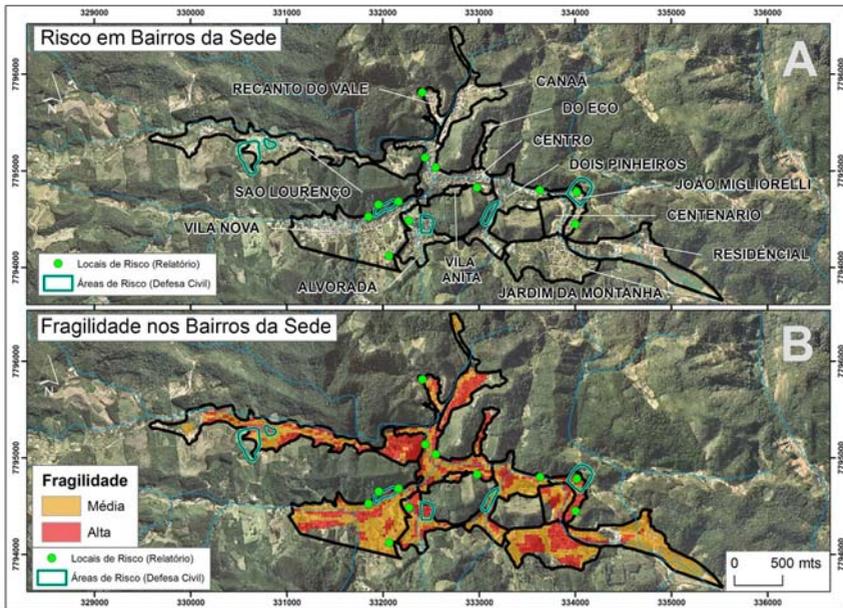


Figura 4. Validação da Fragilidade Emergente nos Bairros da Sede Municipal: Em "A" Ortofotomosaico (IEMA, 2008) destacando os limites dos bairros com os polígonos identificados pela defesa civil e os pontos de riscos registrados em um relatório técnico. Em "B" as manchas de Fragilidades Média e Alta coincidindo com os locais de risco apontados pela defesa civil e relatório técnico.

A análise dos bairros da sede municipal revelou que os níveis de fragilidade Média a Alta são elevados com 82,8% (Figura 4 "B"), sendo 46,9% a Média e 35,9% para a Alta. Sobressaem, os bairros São Lourenço, Vila Nova, Jardim da Montanha e Centro, abrangendo cada um, mais de 10 hectares de áreas com Alta Fragilidade Emergente conforme a Tabela 2. São comuns em todos eles, ações que potencializam processos geodinâmicos como escorregamento, movimento de

massa e até queda de blocos em função: (1) da supressão da cobertura vegetal em declividade superior a 35%; (2) cortes verticalizados na base da encosta superiores a 5,0 metros sem estruturas de contenção para construção residencial; (3) lançamento de águas servidas diretamente na encosta como constatado no bairro Vila Nova podendo desencadear deslizamentos. Também o mapa modelado aponta áreas de alagamento nos bairros Centro, Vila Nova e, em localidades como São João de Petrópolis, que registraram este evento em dezembro de 2013.

Sob essa perspectiva, é importante ressaltar que o monitoramento e o conhecimento das áreas de maior fragilidade podem servir de base para o direcionamento de ações que visam à contenção e a prevenção dos desastres no Município. Assim, o desenvolvimento dos mapas de fragilidades, conforme proposto na metodologia de Ross (1994), enriquecem as pesquisas acadêmicas e os estudos técnicos ao contribuir com a identificação e análise das áreas mais instáveis, a partir da inter-relação entre os aspectos físico-naturais e a forma de uso da terra pela sociedade, que reflete em grande medida o modelo de reprodução social e, especialmente, do capital.

Tabela 2. Áreas e Percentuais de Fragilidade Emergente na sede de Santa Teresa (ES)

N	BAIRRO	ÁREA (ha)	FRAGILIDADE EMERGENTE (ha)		
			BAIXA	MÉDIA	ALTA
1	ALVORADA	16,9	1,5	7,8	7,7
2	CANAÃ	18,1	5,8	4,2	8,0
3	CENTENÁRIO	11,4	2,0	5,1	4,3
4	CENTRO	25,9	1,7	12,7	11,5
5	DO ECO	4,1	1,0	1,0	2,1
6	DOIS PINHEIROS	25,1	3,3	14,9	6,9
7	JARDIM DA MONTANHA	31,3	3,6	14,3	13,4
8	JOÃO MIGLIORELLI	7,7	0,0	2,3	5,4
9	RECANTO DO VALE	4,8	0,8	2,1	1,9
10	RESIDENCIAL	33,0	8,2	21,1	3,7
11	SÃO LOURENÇO	52,0	10,8*	18,1	23,2*
12	VILA ANITA	1,7	0,5	0,6	0,5
13	VILA NOVA	56,2	10,4	31,0*	14,8
Totais (ha)		288,3	49,7 (17,2 %)	135,2 (46,9 %)	103,5 (35,9 %)

* Maior valor registrado na classe de fragilidade.

Do mesmo modo, a utilização das geotecnologias como o SIG e a diversidade de dados digitais acessíveis, disponibilizado gratuitamente a exemplo de imagens de sensores remotos como o dado ASTER/GDEM, Imagem do Satélite Resourcesat-2, Planos de Informações de Uso e Cobertura da Terra e Solos, essenciais para execução deste trabalho, possibilitaram o cruzamento de dados distintos, que se transformaram em informações integradas e que se adaptaram bem a metodologia de Ross (op. cit.), tornando possível, ainda, a inclusão de outros Planos de Informações/Variáveis ambientais de: Precipitação, Densidade de Drenagem, Geomorfologia, etc.

Conclusões

A análise integrada das variáveis naturais e antrópicas possibilitou identificar as Fragilidades Emergentes do Município revelando que 71,8% da área territorial, predominantemente rural, apresenta grau Baixo em função das características geoambientais presentes como remanescentes de florestas. Por outro lado, o mapeamento revelou que a área urbana da sede municipal abrange um percentual considerável de Fragilidade Média a Alta (82,8%), resultante das condicionantes ambientais somadas as ações antrópicas como a construção em relevo com inclinação superior a de 30%, corte de taludes sem revestimento de proteção, lançamento de águas servidas e lixo nas encostas, supressão da mata ciliar, estrangulamento e assoreamento de canais de drenagem, entre outros.

O emprego da metodologia de Ross (1994) associada ao uso das geotecnologias se mostrou eficiente, após ser comprovada com os dados da Defesa Civil e Relatório Técnico, oferecendo um produto adicional no qual podem extrair novas informações de locais mais susceptíveis a desastres, conseqüentemente, um entendimento mais amplo dos processos que predominam nessas paisagens, servido de base para o direcionamento de ações de redução do risco e a resiliência tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Enfim, esta proposta de mapeamento revelou a importância do modelo, para o planejamento urbano ambiental, possível de ser aplicada em municípios ou regiões carentes de estudos de fragilidades a desastres, pois a mesma considerou as peculiaridades e particularidades naturais e antrópicas do Município.

Notas

2 Os Corredores Ecológicos são considerados atualmente uma das principais estratégias de conservação da biodiversidade em todo o mundo. O objetivo é reduzir a fragmentação dos remanescentes florestais, através do aumento da conectividade entre eles favorecendo o deslocamento de animais e a disseminação de sementes, contribuindo para o fluxo genético entre diferentes populações (IPEMA, 2005).

3 O Shapefile/shape/shp é um formato popular, desenvolvido e regulamentado pela empresa americana especializada na produção de soluções para a área de informações geográficas Esri - *Environmental Systems Research Institute* contendo dados geoespaciais em forma de vetor que

descrevem geometrias de pontos (ex.: locais de deslizamentos), linhas (ex.: rios, estradas), e polígonos (ex.: limites territoriais) com cada *shape* possuindo uma tabela de atributos / banco de dados geográfico que descrevem, por exemplo, campos/características criadas pelo usuário do SIG como: nome do município, código da estrada, a quantidade de população etc.

Referências

- COELHO, A. L. N. Participação Popular na Gestão Pública: Indicação de áreas de interesse ambiental no Plano Diretor Municipal. In: CALDAS, A. S.; BRITO, C.; FONSECA, A. A. M.; PERTILE, N. (orgs.). **Gestão do território e desenvolvimento: novos olhares e tendências**. Salvador - BA: JM Editora, 2013. v.1, p. 275-294
- COELHO, A. L. N.; GOULART, A. C. O.; BERGAMASCHI, R. B. Mapeamento geomorfológico do Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 11., 2012, Maringá. **Anais...** Maringá: SINAGEO, 2012.
- FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008a.
- _____. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008b.
- FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 318p.
- _____. Uso de imagens no estudo de fenômenos ambientais. In: **Iniciação em sensoriamento remoto: imagens de satélites para estudos ambientais**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 57–65.
- _____. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, n. 17, p.24-29. 2005.
- GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo. **Aquisição de feições / Planos de Informações**. Disponível em: <<http://www.geobases.es.gov.br/publico/AcessoNavegador.aspx?id=190&nome=DEFESA%20CIVIL%20ESTADUAL>>. Acesso em: 04 dez. 2016.
- GEOLOGICAL SURVEY/SERVIÇO GEOLÓGICO AMERICANO-USGS. **Dados de altitude ASTER/GDEM: advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer / global digital elevation model**. Id.: ASTGDEM2_0520W041. Data de passagem 17/10/2011. 2011. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em 01 jan. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro, passando a ser o SIRGAS-2000**. 2005. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2017.
- _____. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 22 set. 2016.
- _____. Mapas Interativos do IBGE (2015): **Base de dados geográficos**. Disponível em: <<Índice de ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 04 dez. 2016.
- INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRICOS-IEMA. Vitória-

- ES. **Levantamento aerofotogramétrico, apoio de campo, aerotriangulação e elaboração Ortofotomosaicos.** Ortofotomosaico (RGB) 2007/2008 Pixel 1x1m, UTM, Datum WGS84, Zona 24s.1:15.000 PEC "A", 2008.
- INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES/COORDENAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO-IJSN/CGEO. **Base de dados geográficos.** 2013. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/>>. Acesso em 22 set. 2016/2013.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL-INCAPER. **Caracterização climática do Município de Santa Teresa (ES).** Disponível em: <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac>>. Acesso em: 02 jan. 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. **Catálogo de imagens:** imagem satélite Resourcesat-2, sensor LISS-3, órbita 336, ponto 092. Data de passagem 12/07/2016 e horário central 10:01h, bandas: 2, 4 e 5. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 03 jan. 2016.
- INSTITUTO DE PESQUISAS DA MATA ATLÂNTICA-IPEMA. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo:** cobertura florestal e unidades de conservação. Vitória-ES: IPEMA, 2005.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
- MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de cartografia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- PDAP/PMRR - PLANO DIRETOR DE ÁGUAS PLUVIAIS/FLUVIAIS, PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO-PDAP/PMRR. **Mapeamento do risco e dos domicílios em situação de risco de deslizamento de encostas:** Município de Santa Teresa. Santa Teresa: Governo do Estado do Espírito Santo - Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano, 2013. Disponível em: <<https://sedurb.es.gov.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.
- PROJETO CORREDORES ECOLÓGICOS-PCE: **Síntese do processo de definição e planejamento dos corredores prioritários no Espírito Santo.** Cariacica/ES: IEMA, 2006.
- RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. **Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Rio de Janeiro: Vitória: IBGE/Ministério das minas e energia – Secretaria Geral, v. 32, Folhas SF 23/24 1983. 775 p.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, n. 8, p. 63–74. 1994.
- ROSS, J. Paisagem, configuração territorial e espaço total: interação da sociedade com a natureza. In: **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 47–61.
- SAUSEN, T. M.; NARVAES, I. da S. Sensoriamento remoto para inundação e enxugada. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento remoto para desastres.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 118–147.
- SLOCUM, T. A.; McMASTER, R. B; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic cartography and geovisualization**, 3 ed. Hardcover: Series in Geographic Information Science, 2008.

RESILIÊNCIA DAS CIDADES FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O PAPEL DA AGRICULTURA URBANA¹

Gustavo da Fonseca²

Atualmente mais da metade da população mundial mora em cidades. No Brasil, nas últimas cinco décadas, houve uma crescente urbanização, seguindo a tendência mundial. Esse fenômeno, segundo Pessoa, Souza e Schuch (2006), provocou uma forte redução da população rural em todas as regiões. Nas décadas posteriores à de 1980, o êxodo rural continuou com certa intensidade, o que conduziu o país a taxas crescentes de população urbana. Hoje, no Brasil, são mais de oitenta por cento de pessoas morando nas áreas urbanas.

Os ecossistemas urbanos são sistemas altamente heterotróficos, abertos, dinâmicos, complexos e inter-relacionados, que requerem grandes quantidades de energia e matéria, com equivalente geração de resíduos e poluição. Como apresentam Herzog e Rosa (2010), as cidades utilizam recursos energéticos, hídricos e alimentares provenientes de outras regiões. Os seus impactos vão muito além de seus limites geográficos.

Campbell et al. (2009) afirma que as cidades continuarão enfrentando os mesmos desafios; como a criação de emprego para todos; a necessidade de combater a falta de alimentos; de fornecer serviços básicos como moradia, água potável, saneamento básico, serviços de saúde e educação; o planejamento e a manutenção das áreas verdes; e a gestão dos resíduos sólidos e os efluentes líquidos e gasosos gerados na cidade.

Tuts (2014) nos informa que o crescimento da população urbana provavelmente provocará a perda significativa de solos rurais agriculturáveis à medida que o ambiente construído se expanda para os arredores periurbanos.

1 Trabalho apresentado no Simpósio: Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano, realizado no dia 15 de agosto de 2015 no Anfiteatro Lázaro Valdir Cavarsan da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, Cabrália Paulista – SP.

2 Graduado em Ciências Biológicas pela UNESP. Especialista em Agroecologia pelo Instituto Federal do Paraná IFPR (2014). Mestre em Educação para o Ensino de Ciências no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Faculdade de Ciências da UNESP. Doutorando em Educação para o Ensino de Ciências no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Faculdade de Ciências da UNESP. Professor Efetivo do Ensino Médio de Biologia na rede de ensino da Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo e da Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu do Centro Paula Souza. E-mail: fonseca.guh@gmail.com.

Para Campbell et al. (2009), o crescimento urbano aumentará consideravelmente nas próximas décadas. Provavelmente a população urbana mundial duplique, passando de 3,3 bilhões em 2007 para 6,4 bilhões para o ano 2050. Além disso, segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas, (IPCC, 2007), está previsto que, até o ano 2030, 60% da população mundial viverá em cidades.

Segundo Tuts (2014), as cidades dos países em desenvolvimento irão triplicar a sua área entre 2005 e 2030. Para Tuts (2014), conforme as zonas construídas aumentem, as áreas que abrigavam a biodiversidade, os ecossistemas e a produção de alimentos serão reduzidas, ameaçando a capacidade dos moradores urbanos para se alimentarem adequadamente.

Para Campbell et al. (2009), este processo será acompanhado por um fenômeno conhecido como a “urbanização da pobreza”. Ravallion (2007) estima que cerca de 25% dos pobres do mundo em desenvolvimento vivam em áreas urbanas, e que essa porcentagem aumentará para 50% por volta do ano 2035.

Os crescentes impactos das mudanças climáticas, segundo Tuts (2014), agravam o desafio vivido pelas cidades, que precisam não apenas reduzir a vulnerabilidade das pessoas, lugares e setores mais afetados, mas devem também conter as suas emissões de gases do efeito estufa para evitar que as alterações climáticas se tornem incontrolláveis e devastadoras.

As cidades e as alterações climáticas são praticamente inseparáveis. Conforme nos demonstra Dubbeling (2014), as cidades são os principais contribuintes para os gases do efeito estufa e, portanto, para a mudança climática. As cidades e as suas grandes populações também são direta e indiretamente muito afetadas pela mudança climática, com os pobres urbanos enfrentando os maiores riscos. Assim, as cidades têm um papel importante a desempenhar na mitigação e adaptação às mudanças climáticas e no reforço da resiliência dos moradores mais vulneráveis.

Para Tuts (2014), é vital que as cidades possam reconhecer os sinais de alerta da degradação ambiental e construir as suas economias de forma a respeitar e reabilitar os ecossistemas dos quais a vida depende. Os principais desafios que as cidades em crescimento deverão enfrentar serão o de prover acesso ininterrupto à água, alimentos e energia a esses novos cidadãos e melhorar a qualidade de vida de todos. Para Dubbeling (2014), a agricultura urbana pode ser considerada uma estratégia de adaptação capaz de trazer vários benefícios nesse esforço.

Segundo Tuts (2014), a agricultura urbana ocupa papel de destaque na resiliência dos ecossistemas urbanos e deve fazer parte das agendas para maior segurança alimentar e para o enfrentamento da mudança climática. Tuts (2014) acredita que a população mundial está atingindo um tamanho que exige que as cidades comecem a pensar para além dos seus interesses imediatos; as cidades devem considerar o seu papel como elos na cadeia que liga o consumo de matérias primas e de energia com a geração de resíduos em um planeta finito já enfrenta dificuldades para acompanhar o ritmo crescente das demandas da humanidade.

Resiliência e Agricultura Urbana

O termo resiliência tornou-se popular na literatura. Como nos ensina Casadevante e Alonso (2012), a etimologia do conceito *resilio* é composto do prefixo “re”, que significa novamente e do sufixo “salire”, salto, significando algo como um salto para trás. Os primeiros usos científicos do termo vêm do campo da física de materiais, sendo usado para literalmente expressar as qualidades de uma mola: resistir à pressão e recuperar a sua forma original. Um exemplo ilustrativo de alta resiliência seriam as garrafas de plástico PET, que podem ser esmagadas e deformam para em seguida, retornar ao seu estado inicial com facilidade.

Para Casadevante e Alonso (2012), a ideia de resiliência foi transferida mais tarde para o campo das ciências sociais, especialmente à Psicologia, onde é usada para descrever a capacidade das pessoas para se refazer emocionalmente e continuar a sua vida depois de ser submetido a altas pressões (catástrofes, trauma ou condições ambientais adversas, como a pobreza ou violência).

Casadevante e Alonso (2012) apresentam que, de maneira geral, a resiliência distingue dois componentes: resistência à destruição, ou seja, a capacidade de proteger a integridade sob pressão em si, e para além da resistência, a capacidade de apresentar um desempenho positivo vital apesar das circunstâncias difíceis. O conceito também inclui a capacidade de uma pessoa ou sistema social enfrentar adequadamente as dificuldades.

O conceito de resiliência também se aplica ao campo da ecologia de sistemas, como uma fórmula explicativa para os processos de adaptação dos ecossistemas frente às perturbações do equilíbrio dinâmico do ecossistema. Resiliência foi definida por Holling (1973) como “a capacidade de adaptação de um ecossistema de manter suas funções normais, enquanto enfrenta processos disruptivos ou alteração grave”. A dinâmica é explicada sob a noção de ciclo autoadaptativo, em que um ecossistema que é desestabilizado devido a uma perturbação (fogo, praga, seca), sendo forçado a realizar uma reorganização para continuar a cumprir os seus ciclos. Ecossistemas com alta resiliência (baixa vulnerabilidade) logo se reestruturam, atingindo uma nova estabilidade que mantém altos níveis de eficiência e autossuficiência, voltando a desenvolver os ciclos naturais nos mesmos graus de complexidade, ou algo muito próximo da situação original. Enquanto isso, aqueles com menor capacidade de resiliência que passaram um colapso limiar crítico tornam-se incapazes de se recuperar e desenvolvem-se em ecossistemas menos biodiversos, menos complexos e com menos ciclos que sua situação original.

Para Casadevante e Alonso (2012), as aplicações mais recentes do conceito de resiliência incorporaram o papel das sociedades humanas na transformação de ecossistemas. Assim, podemos considerar o conceito de sistemas socioecológicos para ilustrar esta interdependência, e analisar como diferentes sociedades estabelecem modos de gestão de recursos que podem ser mais ou menos resilientes. A gestão adaptativa seria capaz de responder aos choques através do desenvolvimento de novas formas de organização. As redes sociais são reconhecidas como importantes fontes de resiliência.

Neste contexto Casadevante e Alonso (2012) nos propõem algumas perguntas: como construir resiliência? Ou quais variáveis tornam os ecossistemas menos vulneráveis? Segundo Casadevante e Alonso (2012) especialistas falam sobre a existência de quatro fatores que tornam os sistemas resilientes e facilitam a sua sobrevivência ao longo do tempo. Essas variáveis devem ser administradas simultaneamente para garantir sua sustentabilidade:

- A desestabilização do sistema deve ser visto como uma fonte de aprendizado para a transformação dos sistemas complexos;
- Diversidade sistêmica e biodiversidade fornecem fontes para futuras respostas adaptativas;
- Conhecimento e capacidade do sistema para desenvolver e aumentar a capacidade de aprender, inovar e se adaptar;
- O grau de auto-organização e autossuficiência no sistema existente e sua capacidade de usar a memória, a história de mudanças para o processo de reorganização.

Conforme afirma Nelson (2009), para alcançar os objetivos fundamentais da mitigação e da adaptação à mudança climática, é fundamental incluir a agricultura nas estratégias a serem desenvolvidas.

Segundo Campbell et al. (2009), as inovações na agricultura urbana podem desempenhar um papel importante para mitigar os impactos da mudança climática, e também são instrumentos eficazes para a adaptação. A agricultura urbana, em si mesma, caracteriza-se pela inovação e capacidade de adaptação às necessidades especificamente urbanas. Estas inovações incluem micro-hortas, que podem proporcionar uma fonte de alimentos em épocas de emergência no contexto de uma gestão de riscos frente a desastres; as lajes produtivas, que representam uma adaptação do entorno construído aos impactos da mudança climática; o plantio de árvores, que atuam como “pulmões” verdes, contribuindo para melhorar a qualidade do ar; enquanto que os sistemas de coleta de água da chuva podem ajudar a reduzir os efeitos das inundações e garantir suprimento de água durante a escassez.

Campbell et al. (2009), defende que a agricultura pode evitar que terras urbanas ambientalmente críticas e perigosas sejam utilizadas para a implantação de assentamentos ilegais. Isso mitiga os efeitos adversos da crise financeira e do preço dos alimentos para os pobres urbanos, mediante a criação de empregos e oportunidades de geração de renda em pequena escala; o aumento da segurança alimentar, permitindo maior autossuficiência; e a melhoria da nutrição e da saúde. Segundo Campbell et al. (2009), a Organização Meteorológica Mundial sugeriu que se realizem mais práticas de agricultura urbana em resposta à mudança climática e como uma maneira de construir cidades mais resilientes.

Agricultura Urbana as Possibilidades para Cidades Resilientes

A agricultura e a silvicultura urbanas estão sendo cada vez mais consideradas como estratégias potencialmente relevantes para enfrentar a mudança climática e reduzir

o risco de desastres. Dubbeling (2014, p. 5) nos apresenta algumas iniciativas que incluíram a agricultura e a silvicultura urbanas como iniciativas de Desenvolvimento Limpo:

A “Rede de Cidades Asiáticas para Maior Resiliência frente à Mudança Climática” (Asian Cities Climate Change Resilience Network - ACCCRN) incluiu a agricultura urbana e periurbana como uma importante estratégia para aumentar a capacidade das cidades de responder, resistir e se recuperar de choques severos ou extremos nas condições climáticas.

Recentemente, o projeto “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” em Amã, Jordânia, apoiado pelo Banco Mundial, incluiu a agrossilvicultura urbana como um dos quatro componentes principais do projeto.

Dubbeling (2014, p.6), nos ensina como a agricultura e a silvicultura urbanas também podem ajudar as cidades a se tornarem mais resilientes. Para a autora as cidades tornam-se mais resilientes ao reduzir a vulnerabilidade dos grupos urbanos em situação de risco e ao fortalecer a gestão comunitária das adaptações através de:

- diversificação das fontes de alimentação urbana e melhoria do acesso dos pobres urbanos a alimentos frescos e nutritivos;
- redução da dependência de alimentos importados e da vulnerabilidade a períodos de baixa oferta de alimentos nas áreas rurais por causa de inundações, secas e outros desastres;
- diversificação de oportunidades de renda para os pobres urbanos, oferecendo uma rede de segurança em tempos de crise econômica;
- pesquisa e divulgação de inovações e aprendizagem de novas estratégias / tecnologias que elevem a produção de alimentos e sejam eficientes em termos de consumo hídrico.

Para Dubbeling (2014, p.6), a agricultura e a silvicultura urbanas também podem contribuir para a manutenção dos espaços verdes e o aumento da cobertura vegetal na cidade, com benefícios de mitigação e adaptação, que incluem:

- redução do efeito de ilha de calor urbana, ao proporcionar mais sombra e reforçar a evapotranspiração;
- redução dos impactos relacionados com a elevada pluviosidade através do maior armazenamento do excesso de água, mais interceptação e infiltração nas áreas verdes, redução das enxurradas e riscos de inundação relacionados, e uma melhor reposição das águas subterrâneas; e.
- conservação da biodiversidade, ao proteger uma base genética mais ampla e variada de plantas (e animais).

Dubbeling (2014) ainda destaca outros aspectos positivos da agricultura e silvicultura urbana dentre eles.

- A produção de alimentos na zona urbana e periurbana, ao exigir menos energia para: transporte, refrigeração, armazenamento e embalagem dos produtos, pode assim contribuir para a redução do consumo de energia urbana e das emissões de Gases do Efeito Estufa;
- A agricultura e a silvicultura urbanas também permitem o reuso produtivo de resíduos orgânicos através da compostagem, reduzindo as emissões de metano nos aterros e o consumo de energia na produção de fertilizantes sintéticos. Além disso, a reciclagem urbana descentralizada dos resíduos orgânicos reduz a necessidade de transporte e consequentemente energia e emissões para levá-los até os aterros;
- A reutilização na agricultura e silvicultura urbanas das águas de reuso das cidades acaba liberando água tratada para usos de maior valor e assim reduzindo as emissões geradas no seu tratamento.

Entretanto, Dubbeling (2014) adverte que se a agricultura urbana não for adequadamente gerida, pode ter alguns impactos negativos sobre o ambiente urbano. Por exemplo, se fertilizantes químicos e pesticidas forem usados durante um período prolongado à contaminação do solo e a poluição das águas subterrâneas será inevitável. Por evitarem esses, e outros, efeitos negativos dos produtos agroquímicos às práticas agrícolas ecológicas e orgânicas são ideais na agricultura urbana e periurbana.

O Papel do Poder Público

Dubbeling (2014, p. 7) nos apresenta sugestões de como os governos municipais, as autoridades metropolitanas e outras instituições governamentais locais podem desempenhar um papel proativo e de coordenação para aumentar a segurança alimentar urbana e a resiliência das cidades:

1. integrando a segurança alimentar e a agricultura urbana nas estratégias de adaptação às alterações climáticas e de gestão de desastres;
2. viabilizando e apoiando projetos de agricultura como parte da infraestrutura verde urbana e periurbana;
3. identificando espaços urbanos abertos propensos a inundações e deslizamentos de terra, e protegendo-os como áreas agrícolas e multifuncionais permanentes;
4. integrando a agricultura e a silvicultura urbanas nos planos de gestão das bacias hidrográficas das cidades e nos projetos de habitação social e urbanização de favelas e
5. desenvolvendo uma política e um programa de agricultura urbana e segurança alimentar municipais.

Conforme descrito por Lwasa (2014), as cidades também podem promover tipos específicos de agricultura urbana, como os sistemas integrados de produção que combinam animais e plantas, aquicultura e atividades agroflorestais.

Segundo Rede Internacional de Centros de Recursos em Agricultura Urbana e Segurança Alimentar (2014), como os impactos da agricultura e da silvicultura urbanas sobre as alterações climáticas não podem ser generalizados, é preciso considerar estratégias e intervenções políticas específicas para os tipos e sistemas produtivos locais.

Para reforçar as estratégias de adaptação às alterações climáticas e de redução de riscos nas cidades e suas periferias, várias prefeituras já estão promovendo intervenções específicas de agricultura urbana, Dubbeling (2014, p. 8) exemplifica:

Por exemplo, em Amã (Jordânia), as atividades desenvolvidas pelo governo local incluem a promoção de telhados verdes produtivos, a coleta de água da chuva associada ao seu uso mais eficiente na agricultura, à identificação dos espaços livres adequados para a agricultura urbana e a criação de um “banco de terrenos” para facilitar os contatos e os contratos entre proprietários e usuários. Kesbewa (Sri Lanka) promove a reabilitação de campos de arroz abandonados a fim de reduzir os riscos de inundação e aumentar a produção local de alimentos. A cidade de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) promove o uso multifuncional das áreas verdes, enquanto que a arborização urbana é promovida em Eldoret (Quênia). Durban (África do Sul) está promovendo os telhados verdes para a produção de alimentos, à gestão das águas pluviais e o enriquecimento da biodiversidade. A cidade também está testando as possíveis culturas que se adaptem melhor ao clima cada vez mais seco, e vem promovendo o reflorestamento com manejo comunitário. Brisbane (Austrália) incluiu a agricultura urbana e os telhados verdes em seu plano de ação para enfrentar os desafios previstos com a mudança climática global. Para Seattle (EUA), reduzir as emissões de combustíveis fósseis é uma das razões por trás de sua iniciativa de “Ação Comida Local”, que promove a horticultura comunitária, o abastecimento local de alimentos e a reciclagem dos resíduos alimentares. A cidade de Nova York promove a agricultura urbana e a infraestrutura verde como parte de sua gestão das águas pluviais. Os exemplos podem incluir a integração da agricultura urbana nos programas de habitação social e de urbanização de favelas, prevendo espaços para hortas e jardins comunitários, as árvores nas ruas para fornecerem sombra e frutos, e os “parques produtivos”, como está sendo feito em São Paulo (Brasil) e Lima (Peru). Em Rosário (Argentina), foram criados incentivos fiscais e tributários para os proprietários de terras que alugam seus terrenos para grupos de pobres urbanos que iram produzir nessas áreas.

Dubbeling (2014), aponta outros elementos para integração além da agricultura e silvicultura urbanas como parte dos planos e estratégias para a mudança climática. Será preciso integrar também as políticas alimentares junto com a política de uso do solo e zoneamento urbano e os programas de gestão de resíduos, com os projetos de transporte e as políticas de desenvolvimento econômico.

As cidades também podem tornar disponíveis, segundo Dubbeling (2014), áreas municipais para grupos de famílias em situação econômica desfavorável através de contratos de arrendamento de médio ou longo prazo, ou então lhes fornecendo licenças de ocupação para que cultivem alimentos em terrenos municipais sob a condição de que

eles adotem práticas de produção seguras e sustentáveis. Dubbeling (2014), destaca que essas áreas municipais disponibilizadas provisoriamente podem ser terrenos reservados para outros usos no futuro, ou que não são definitivamente viáveis para edificações. A autora ainda nos informa que muitas vezes estes contratos com os agricultores incluem algumas condições com relação às práticas de produção, colheita e gestão de resíduos.

Para que a agricultura urbana possa desempenhar um papel otimizado no desenvolvimento favorável ao clima, Dubbeling (2014) destaca que são necessárias inovações nos seus próprios sistemas e práticas, para torná-los mais resilientes frente às mudanças climáticas. Para a autora o aumento das chuvas e inundações e a elevação da temperatura vão afetar a agricultura urbana e periurbana, por exemplo, em termos de doenças e pragas, rendimentos, perda de colheitas e mortalidade dos animais. Segundo Dubbeling (2014) podemos incluir como estratégias de resposta o ajustamento dos sistemas de produção e dos padrões de cultivo, a seleção de variedades de culturas adaptadas, os cultivos em estufa, a diversificação dos sistemas de cultivo, melhorias na gestão da água e no uso dos recursos e o rezonamento da agricultura urbana.

Conclusão

Podemos concluir que em um contexto de mudanças climáticas torna-se necessário investir mais na agricultura nas áreas urbanas. Isso exigirá um esforço concentrado e uma boa colaboração entre governos locais, nacionais e agências internacionais de cooperação. Podemos notar que há um crescente reconhecimento de que a agricultura e a silvicultura urbanas e periurbanas são importantes estratégias para a adaptação das cidades a um modelo que seja resiliente frente às mudanças climáticas. Além disso, observamos que essa estratégia pode contribuir para a redução dos riscos de desastres.

A segurança alimentar deve ser incorporada às políticas urbanas, que devem se concentrar no desenvolvimento de cidades mais resilientes frente a crises. Os formuladores de políticas urbanas podem contribuir consideravelmente para o estabelecimento de uma agricultura segura e sustentável nas cidades. Para tanto precisam criar um ambiente político formal que aceite como um uso legítimo e permanente dos solos muito além de uma ocupação adaptada e temporária. Faz-se necessário aumentar o acesso às áreas urbanas livres, sem pavimento e com solo sem contaminação. Outro ponto igualmente importante é a necessidade de mais garantias para a segurança quanto à posse do solo para a produção agrícola nas cidades.

É fundamental envolver as autoridades locais e os demais participantes de programas urbanos de combate das alterações climáticas em obrigações municipais como: uso do solo, extensão agrícola, gestão dos espaços verdes, que afetam diretamente a agricultura urbana, em relação ao seu potencial e suas limitações para contribuir para a adaptação da agricultura urbana à mudança climática.

O investimento é fundamental no aumento da produtividade e da viabilidade da agricultura urbana. Somente por meio do desenvolvimento de técnicas agrícolas

mais apropriadas, da promoção da capacitação e da assistência técnica, da garantia e segurança da produção, da redução dos problemas de saúde e saneamento decorrentes do uso de águas de reuso ou de fertilizantes químicos e resíduos de animais e que será garantida a viabilidade social, ambiental e econômica. O fortalecimento das organizações de produtores é fundamental assim como a possibilidade de acesso a novas fontes de financiamento. E, por último, mas não menos importante, destacamos a necessidade de aumento no fomento, divulgação e avaliação de programas de agricultura urbana para que tornem-se replicáveis em programas de mudança climática.

Referências

- CAMPBELL, M. C.; DUBBELING, M.; HOEKSTRA, F.; VEENHUIZEN, R. V. Construindo cidades resilientes. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden: Holanda, n. 22, p. 1-19. 2009.
- CASADEVANTE, J. L. F.; ALONSO, M. N. Cultivar la resiliencia. los aportes de la agricultura urbana a las ciudades en transición. **Papeles de relaciones ecosociales y cambio global**, Madrid: Espanha, n. 119, p. 131-143. 2012
- DUBBELING, M (2104). A agricultura urbana como estratégia de redução de riscos e desastres diante da mudança climática. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden: Holanda, n. 27, p. 2-12. 2014.
- FUNDAÇÃO RUAFA. Necessidades e exigências para monitorar os impactos da agricultura e silvicultura urbana e periurbana. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden: Holanda, n. 27, p. 71-78. 2014.
- HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliencia para a paisagem urbana. **Revista LabVerde**, São Paulo: Brasil, n. 1, p. 92-115. 2010.
- HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Londres: Inglaterra, v. 4, p. 1-23. 1973.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: synthesis report**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2007
- LWASA, S. Considerações políticas sobre o papel da Agricultura Urbana e Periurbana na adaptação e mitigação das mudanças climáticas nas cidades africanas. **Revista de Agricultura Urbana**, nº 27, Leusden: Holanda, n. 27, p. 23-28. 2014.
- NELSON, G. C. **Agriculture and Climate Change: an agenda for negotiation in Copenhagen**. Copenhagen: IFPRI, Brief n. 6. 2009.
- PESSOA, C. C.; SOUZA, M. de; SCHUCH, I. Agricultura urbana e segurança alimentar: estudo no município de Santa Maria-RS. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n.1, p. 23-37. 2006.
- RAVALLION, M. How relevant is targeting to the success of an antipoverty program? **Policy Research Working Paper**. Series 4385, The World Bank. 2007.
- TUTS, R. Cidades como atores-chave na segurança alimentar, hídrica e energética frente à mudança climática. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden: Holanda, n. 27, p. 13-16. 2014.

A CONTRIBUIÇÃO DA EDUCAÇÃO E DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA A RESILIÊNCIA

José Misael Ferreira do Vale¹

Muito oportuno o Simpósio promovido pela Etec “Astor de Mattos Carvalho”, de Cabrália Paulista, para discutir a importância da Educação para a redução de impactos de desastres naturais. A questão da redução de impactos de desastres naturais envolve inúmeras práticas sociais como a prática científica, a prática tecnológica, a prática de estudos climáticos, a prática geológica, a prática preventiva e de socorro, inclusive, também, a prática educativa, além de outras como a prática médica e hospitalar, a prática ambiental, sem esquecer a prática de informática e a prática de engenharia em suas inúmeras vertentes.

O **Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais** (CIADEN) desta Escola Técnica vem, desde sua inauguração, pondo em prática o *Projeto de Cooperação Técnico-Científica* com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), Prefeitura Municipal de Cabrália Paulista, Defesa Civil de Cabrália Paulista, Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB – Seção Bauru) com apoio institucional do Centro Paula Souza, em São Paulo.

Tomo emprestado do CIADEN o lema condutor de sua ação: **prevenir e antecipar para não remediar**. Este lema sintetiza de modo muito feliz as práticas da prevenção e antecipação em relação aos desastres naturais. A rigor essas práticas colaboram para que se construam, no tempo e no espaço, cidades e regiões agrícolas com certo grau de resiliência, resistências aos agravos naturais inevitáveis. A prevenção e antecipação de desastres naturais acontecem no plano mundial e regional, nas cidades e nas zonas agrícolas de um país, estado ou município. A rigor, nada escapa aos desastres naturais cabendo ao ser humano, com a ajuda de inúmeras práticas sociais, minorar os seus efeitos deletérios.

Os estragos provocados pelos desastres naturais são mundiais. Excetuando os americanos do norte que convivem com falhas tectônicas na região de São Francisco,

¹ Bacharel e licenciado em Filosofia pela USP. Mestre em Educação pela FEUSP. Doutor em Educação pela PUC/SP. Docente por 50 anos no magistério público de São Paulo. Ex-Diretor da Faculdade de Ciências da UNESP Campus de Bauru. Integrante da Diretoria da Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), Seção Bauru. Autor de inúmeros textos sobre Educação Escolar. Realizador de inúmeros projetos pedagógicos sobre Educação Escolar e Educação de Jovens e Adultos no período de 1957 – 2007. E-mail: jmisaelvale@yahoo.com.br.

alguns poucos países do mundo tentam implementar ações que previnam e antecipem os males decorrentes da fúria da natureza.

O nordeste da Austrália que, cem anos atrás, foi açoitado por tufão aliado a maremoto prepara-se para enfrentar a volta do cataclismo capaz de varrer o litoral agora povoado e, em certo sentido, vulnerável aos desastres naturais. A engenharia do Japão desde tempos atrás vem construindo prédios com amortecedores capazes de dirimir os efeitos destruidores dos terremotos e abalos sísmicos. O México inaugurou o prédio mais alto da América Latina com sistema engenhoso de amortecedores conjugados, capazes de suportar abalos sísmicos de nível alto na escala Richter. Os americanos do norte convivem com a ameaça de terremotos na região da Califórnia em decorrência de deslizamentos de placas tectônicas, como já foi dito anteriormente. Desde o fenômeno Katrina, os Estados Unidos da América do Norte aumentaram consideravelmente o monitoramento nas costas do Oceano Pacífico. Com auxílio de sofisticada aparelhagem a vigilância contínua da região faz parte de estudos de Universidades e Institutos de pesquisa.

No Amazonas e Acre as cheias provocadas pelas chuvas nas regiões andinas assolam as populações ribeirinhas num transtorno contínuo para as comunidades. Muitas vezes, o expediente de construção de palafitas, nem sempre seguras, torna-se vulnerável também, quando, então, se pensa em construir casas flutuantes como solução.

No nordeste brasileiro a gente pobre das áreas áridas paga caro a falta de água potável indispensável para a sobrevivência das populações. Um projeto importante de construção de cisternas centrado na ação de mulheres da comunidade já construiu mais de mil unidades para acumulação da água pluvial. No Sudeste do Brasil, chuvas torrenciais no litoral alagam cidades e os deslizamentos de massa sólida destroem bairros e vilas num piscar de olhos espalhando tristeza pelas comunidades. Granizos arrasam plantações de soja, milho, uva etc. no sul do Brasil. Os tornados estão chegando à região sul; embora não atinjam nem de perto, em termos de magnitude, aos ocorridos no centro dos Estados Unidos da América do Norte, não deixam de provocar estragos consideráveis para as populações necessitadas da região assolada. Taquarituba (SP) já conhece o horror de tornados. Meu pai me dizia, por volta de 1945, que a região de Ipaussu (SP) fora açoitada por forte vendaval em meados da década de 20 ou trinta do século passado. Na verdade ninguém está livre das ações violentas da natureza.

Incêndios naturais ou provocados em florestas, pastos, capoeiras exigem muito dos bombeiros e assustam os moradores de favelas apanhados de surpresa pelas chamas violentas. Os balões soltos ao vento por irresponsáveis causam incêndios violentos. Na era dos robôs e dos "drones" será necessário pensar no uso civil da aparelhagem produzida pela mecatrônica. Inundações bruscas ou graduais afligem os ribeirinhos de todo o país. Geadas e incêndios atormentam os agricultores, pecuaristas e cafeicultores em vastas regiões sujeitas ao fenômeno. A erosão laminar (de superfície), a profunda (voçoroca), a fluvial e marinha deixam marcas indelévels no solo de diferentes países em diferentes continentes. Os vulcões espalham cinzas e lavas

em regiões habitadas e, a exemplo de Pompéia e Herculano, na antiga Roma, destroem cidades e os campos geradores de alimentos para as populações ricas e pobres. Vulcões no Chile e em todo mundo causam mortes e desalentos nas populações. Cinzas vulcânicas geram chuvas ácidas e dificultam a aviação no entorno do evento.

Como se nota os estragos causados por eventos naturais são possibilidades reais de danos e agravos às populações de todo mundo. Há, ainda, as ações humanas que atuam no sentido da poluição das águas, do ar e da terra. A triste tradição popular de soltar balões tem causado estragos enormes através de incêndios difíceis de serem debelados. Os combustíveis fósseis, em especial, o óleo diesel e gasolina, completam o quadro de fatores que jogam contra o ambiente em geral.

Nunca será demais dizer que **a falta de saneamento básico** e tratamento de esgoto criam enormes problemas ambientais. No campo, o excesso de adubos e pesticidas torna o espaço agrícola sujeitos à inevitável degradação do ambiente. Isaac Newton, ilustre físico, calculou que neste século estaríamos à beira de desastre no planeta. Muitos negam a previsão. Jacques-Yves Cousteau, estudioso de rios e mares, inclusive do Brasil, previu que teremos a partir de 2050 sérios problemas na obtenção de água potável. Espero que o ilustre físico inglês esteja equivocado, tal como erraram os maias na previsão do próprio calendário. A crise hídrica já está na pauta de nossas preocupações. Torço para que o “filósofo da práxis” esteja certo quando afirmou que o ser humano só coloca problemas que pode resolvê-los. Espero, também, que os geólogos apocalípticos estejam enganados ao imaginarem que no futuro “a dança de placas tectônicas” acabará com o mundo de hoje e criará nova configuração do planeta.

Longe de mim, acreditar em exercícios de futurologia. Não acredito na visão apocalíptica de São João. Apenas quero deixar claro que, mercê dos desastres naturais e dos maus tratos ambientais, urge mobilizar as populações para ações que protejam as cidades e o campo de danos importantes. Para tanto, várias **práticas sociais** precisarão ser acionadas, em conjunto, para evitar o pior.

Nesse contexto de incerteza, a sociedade espera que **a escola**, como instituição social encarregada pela **formação sistemática** de crianças e jovens mobilize, a tempo e a hora, o conhecimento científico, tecnológico, matemático, físico, químico, geográfico, histórico, informático capazes de criarem uma **consciência a favor da preservação do ambiente e, assim, aguçar a capacidade de prevenir e antecipar** a luta contra fenômenos naturais e humanos de consequências graves.

Para a formação sistemática de crianças e jovens no sentido da prevenção e antecipação de fenômenos naturais e humanos que acarretam desastres de grande monta às populações de cidades e meio agrícola será necessário uma Educação que não tenha medo de informar sobre o risco de desastres para caminhar no sentido da **resiliência** no espaço social das sociedades organizadas. A informação científica e tecnológica é a matéria nobre para ação humana eficiente. Sem conhecimento científico não seria possível a jovem do documentário cinematográfico, correr pela

praia avisando os banhistas do perigo iminente após o recuo do mar, fato que antecede a chegada da “grande onda” avassaladora. Parabéns ao professor que instruiu a moça em relação aos indícios prévios do desastre marítimo.

Hoje, o movimento ambiental tem penetração social em grande parte pela educação visual realizada, por muitos anos, através de documentários, filmes e “chamadas televisivas” que criaram a consciência possível, favorável em relação ao meio ambiente, principalmente na preservação e criação de animais e da flora. **Valores vitais** foram acionados pelos diretores e cinegrafistas ao criarem imagens e situações impactantes tanto positivas como negativas. A escola pouco aproveitou a produção iconográfica e mediática em relação ao respeito devido à flora e à fauna do país. Muito menos houve o cuidado de discutir notícias da TV sobre desastres que afetam o ânimo das populações. Quão doloroso foi assistir ao infortúnio de jovens em boate do Rio Grande do Sul. A morte de centenas de jovens ficará para sempre como marca indelével da irresponsabilidade de muitos e a ação tardia do socorro salvador.

Notícias recentes decorrentes de pesquisas evidenciam que apenas 7% dos alunos das escolas públicas utilizam-se da internet no período escolar, embora multidões tenham em casa a TV e a própria internet. A escola não está sendo sagaz ao deixar de lado tão poderosos instrumentos de aprendizagem e ensino. Perde-se a oportunidade de conscientizar e influenciar as gerações jovens para que no futuro tomem medidas adequadas a favor da resiliência nas cidades e nas zonas agrícolas da nação brasileira.

A escola tem como tarefa prioritária criar a **consciência voltada para o conhecimento dos problemas humanos**, base da ação consequente. Na escola básica o que importa é criar **base sólida** em ciências físicas e naturais que permita o engajamento da criança e do jovem no mundo tecnológico contemporâneo. Para tanto, como lembra o pedagogo italiano Mário MANACORDA, não basta o domínio do “abc tradicional”, isto é, o domínio do ler, escrever e calcular. É importante que o aluno tenha consciência do mundo tecnológico de hoje onde impera a mecânica, a eletricidade, o magnetismo, o átomo, a linguagem binária, as mídias, o radar, a célula, o DNA, o trator, o avião e demais recursos e produtos tecnológicos. O aluno deverá ter consciência da era do radar, a era dos satélites artificiais, a era das viagens cósmicas, a era dos robôs e “drones”. Estes fatos indicam que os conteúdos das disciplinas precisam estar adequados aos novos tempos. FREINET afirmava que, em tempos do avião Caravelle, não fazia sentido pensar num ensino dos tempos da carroça.

É importante, ademais, que os jovens estudantes percebam a importância do **insumo energia**. O mundo atual não se sustentará sem a exploração criativa de fontes alternativas de energia limpa. Nossos estudantes precisarão ter em mente que energia limpa se consegue ao aproveitar os recursos naturais a favor do ser humano e da própria natureza. A energia solar nos poderá salvar de um mundo tenebroso.

Mas, quando se fala da **necessidade de conscientizar as crianças e jovens** para o enfrentamento e redução de risco de desastres naturais, uma reflexão estritamente pedagógica se faz necessária. Começo por dizer que a **conscientização** não é algo que

de repente ilumine as mentes e corações das pessoas. A **conscientização na formação de crianças e jovens** é um processo longo de construção teórica e **prática no decorrer de vários anos letivos escolares**. Para entender a assertiva anterior cumpre esclarecer que **toda educação formadora é sempre mediata**, isto é, a educação escolar se faz gradualmente e os seus resultados acontecem depois de anos de escolaridade. Isso indica que aqueles que querem resultados imediatos não conhecem a natureza e a especificidade da educação escolar. Os resultados da educação básica somente serão significativos ao final do ensino fundamental e ao final do ensino médio, embora se possa avaliar a ação pedagógica ano-a-ano em termos de disciplinas voltadas ao conhecimento. Em termos de conhecimento teórico e prático só ao final do ensino fundamental e médio será possível aquilatar o grau de introjeção de comportamentos efetivamente assimilados. Daí, a importância do ensino básico como síntese de conhecimento científico e tecnológico e de cultura humana na formação das pessoas. Cabe ressaltar que a Educação básica (ensino fundamental e médio) é por definição formadora do estudante. Não basta ao aluno, com forte conhecimento científico e tecnológico, atuar sem que se faça uma reflexão humana séria **sobre fins e valores**. É a questão da destinação da ciência e da tecnologia. Para quê ciência e tecnologia? Quem deve usufruir dos resultados da ciência e da tecnologia? Para quê e para quem ensinar ciência e tecnologia? Qual o destino do ensino científico e tecnológico na sociedade contemporânea? Vale a pena investir em ciência e tecnologia? Aqui a reflexão filosófica, histórica e geográfica **será de fundamental importância para o desenvolvimento do espírito crítico dos estudantes**.

Todas as interrogações acima conduzem a uma resposta bem clara e precisa: embora a prática científica e tecnológica tenha autonomia no desenvolvimento de suas pesquisas urge lembrar que a sociedade financia a pesquisa e o ensino e como tal tem o direito líquido e certo de exigir a contrapartida pelos recursos investidos ao longo dos anos. Assim, a nação brasileira tem a expectativa de que os estudantes formados, tanto no ensino básico como no superior, revertam o conhecimento e a tecnologia conseguidas em **projetos compartilhados** que tornem a vida do povo e da comunidade mais fáceis e protegidas. Um sonho que os jovens poderão tornar realidade de fato.

Longe se iria ao demonstrar como os professores, cientistas, tecnólogos, engenheiros, geólogos, biólogos, matemáticos, geógrafos, licenciados em informática, em pedagogia, em ciências do clima, em educação ambiental, em química e física e demais ciências da terra, poderiam ser decisivos para que a ciência e a inovação criassem, num processo de mutirão, as condições para a resiliência das cidades e do campo no plano dos desastres naturais e humanos. Assim, como invenções importantes tiveram um Santos Dumont, um Vital Brasil, um Baldwin, um Ford, um John Deere e muitos outros, espíritos inventivos poderão colaborar para prever desastres que matam e ferem as populações do mundo.

Ao finalizar gostaria de deixar registrados aspectos importantes. Há necessidade de cooperação estreita entre as escolas e as prefeituras municipais nas tarefas de conscientizar as populações sobre a importância do reflorestamento de

terras devastadas e cuidados urgentes em relação às nascentes destruídas. Para a Defesa Civil, CIADEN, IPMET, as forças armadas, a polícia (bombeiros e guardas florestais, em especial), bem como as agências assistenciais da sociedade, que socorrem as populações em momentos críticos, em casos de enchentes e alagamentos, incêndios pavorosos, deslizamentos de massa sólida, em quedas de granizo, em situações de chuvas torrenciais acompanhadas de fortes ventos que destelham as casas, derrubam paredes e amarguram a vida de muitos moradores apanhados de supetão, meus cumprimentos. Permitam-me que eu os considere benfeitores maiores da sociedade, quando diante de riscos salvam pessoas. Fico por aqui. Obrigado a todos.



MITIGAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: POLÍTICAS HÍDRICAS PARA RESILIÊNCIA À SECA NOS CARIRIS PARAIBANOS

Catarina de Oliveira Buriti¹

Humberto Alves Barbosa²

Introdução

A seca é um dos principais desafios para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro. No período de 1901-2016, ocorreram 32 secas na região, classificadas, de acordo com suas respectivas intensidades, em condição anormal de seca, moderadas, severas, extremas ou excepcionais. Em cerca de 70% dos casos, a ocorrência do fenômeno climático esteve associada diretamente ao *El Niño*, fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical (BURITI; BARBOSA, 2017). Todavia, ressalta-se que quase 30% das secas ocorridas no período não coincidiram com *El Niño*. Nesse sentido, apesar de comumente se estabelecer relação direta com o *El Niño* para explicar as secas no Semiárido, os resultados mostram que o fenômeno não tem sido suficiente para explicar os referidos eventos climáticos. Outro fator que influencia fortemente o déficit de precipitação na região são as anomalias da temperatura da superfície do Atlântico (MOURA; SHUKLA, 1981, KANE, 1997, BARBOSA; KUMAR, 2016).

A seca extrema de 2012 parece ter sido causada principalmente por padrões anômalos das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM's) nos Oceanos Pacífico e Atlântico. A seca do período 2010-2016 foi considerada excepcional, a pior da história da região no período que corresponde a mais de um século, considerando-se a associação

1 Doutora em Recursos Naturais. Atua no Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTIC) e é autora do Blog Letras Ambientais (www.letrasambientais.com.br). E-mail: catarina.buriti@gmail.com.

2 Doutor em Solo, Água e Ciências Ambientais pela Universidade do Arizona. Atua na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e é coordenador do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS, <http://www.lapismet.com/>). E-mail: barbosa33@gmail.com.

de parâmetros como frequência, duração e intensidade da anomalia climática (BURITI; BARBOSA, 2017). Com uma intensidade e um impacto sem precedentes, o fenômeno afetou centenas de municípios da região, a vegetação da caatinga e os meios de subsistência locais, bem como produtores agrícolas, pecuaristas e industriais (MARENGO; TORRES; ALVES, 2016; PEREIRA et al., 2014). Modelos climáticos recentes sinalizam que a região será uma das mais afetadas pelas mudanças climáticas, podendo sofrer uma redução de cerca de 40% das chuvas no século 21 (MARENGO et al., 2013). Os impactos dessas alterações poderão afetar diretamente cerca de 7 milhões de pessoas vinculadas à agricultura familiar no Nordeste brasileiro, frequentemente encontradas em condições de extrema pobreza (IBGE, 2006; LINDOSO et al., 2009).

O Semiárido brasileiro é marcado por eventos climáticos extremos que variam temporal e espacialmente, requerendo eficientes mecanismos de adaptação por parte da sociedade, das políticas e do setor produtivo. Na história recente da região, diversas políticas foram implementadas para reduzir os impactos socioeconômicos da seca, notadamente, para mitigar o problema crônico da escassez de água para a população e para os diversos setores econômicos. Neste **estudo**, analisou-se o papel das políticas de mitigação dos impactos socioeconômicos da seca no Semiárido brasileiro, em particular, na área rural dos municípios dos Cariris paraibanos, visando contribuir com informações que promovam o desenvolvimento sustentável da região, por meio da gestão sustentável desse desastre natural e do aprimoramento do planejamento das ações públicas e atividades empresariais.

1. Caracterização da área de estudo

Esta pesquisa se refere aos Cariris paraibanos (Figura 1). Localizados no Sul da Paraíba, as microrregiões ocupam uma área de aproximadamente 11.225 km², correspondendo ao Cariri Oriental (12 municípios)³ e ao Cariri Ocidental (17 municípios)⁴. A população total estimada é de 194.376 habitantes (IBGE, 2016). Os Cariris paraibanos estão inseridos no Semiárido brasileiro e correspondem à área geográfica mais seca do Brasil, registrando as piores médias anuais históricas de precipitações pluviométricas do País, inferiores a 300 mm (PEREIRA, 2008). Sob condições historicamente normais, existem áreas do seu território que frequentemente experimentam até 11 meses de estiagem (IBGE, 2002a), situação que se agrava com os eventos climáticos extremos, como é o caso das secas prolongadas.

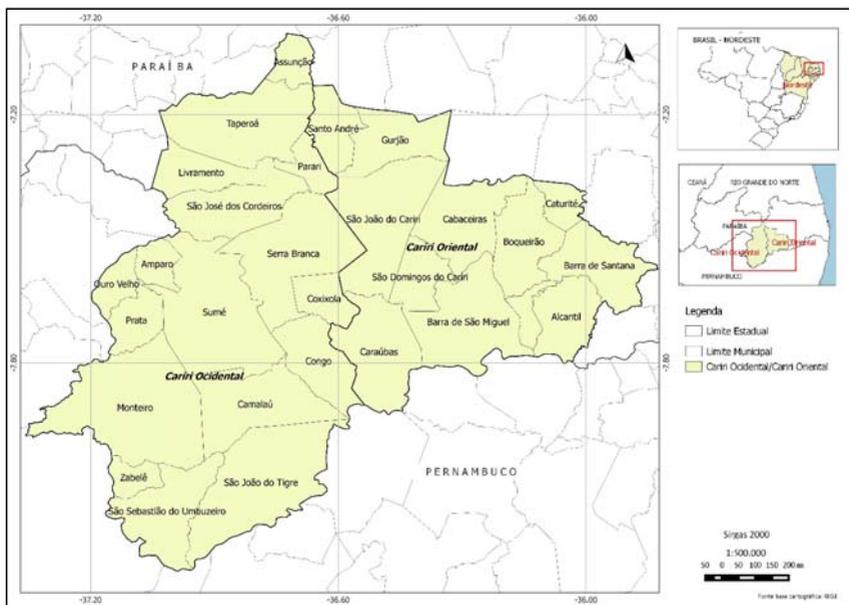


Figura 1. Microrregiões do Cariri Oriental e do Cariri Ocidental paraibanos.

2. Gestão de desastres naturais e impactos socioeconômicos da seca na economia do Nordeste

A seca é uma deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo que resulta em escassez de água para alguma atividade, grupo ou setor ambiental (NDMC, 2007). Embora frequentemente o fenômeno seja definido como um evento climatológico, causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica por um longo período de tempo, provocando impactos naturais no regime hidrológico, também pode ser agravada por atividades humanas e processos sociais. Andrade (1948) analisou a seca no Nordeste não apenas como um fenômeno natural, mas também como um fenômeno social, levando em conta as particularidades sociológicas geradas pela falta de chuvas no interior da região, ou seja, as repercussões das secas na organização social. Ele demonstrou como em diferentes épocas, a população nordestina desenvolveu formas de resistir às pressões provocadas pelas secas.

De acordo com Paredes, Barbosa e Guevara (2015), para entender as reais implicações sociais de uma seca, essa pode ser definida em quatro tipos: 1) meteorológica: quando a precipitação recebida está muito abaixo da quantidade normal esperada; 2) hidrológica: quando o fluxo do rio não pode atender a utilizações

estabelecidas sob um determinado sistema de gestão da água; 3) agrícola: quando não há umidade suficiente no solo para o desenvolvimento de uma cultura em qualquer estágio de crescimento; e 4) socioeconômica: quando a diminuição da disponibilidade de água pode ocasionar danos à população. Por essa razão, os monitoramentos dos diversos tipos de seca têm sido baseados em índices que os padronizam em escalas temporal e espacial. Também são utilizados três parâmetros para caracterizar as secas: intensidade: referida ao déficit de precipitação; duração: o tempo no qual persiste a condição seca; e extensão: refere-se à área atingida pela escassez de chuvas.

Eventos climáticos extremos, ao produzirem danos e impactos socioeconômicos generalizados, desdobram-se em condições que caracterizam desastres naturais. Esses fenômenos expõem a vulnerabilidade da população humana frente aos sistemas da natureza, alterando o funcionamento da economia e o bem-estar social (MMA; MI; WWF-BRASIL, 2017). A seca é considerada um desastre natural crônico-silencioso, cujos impactos econômicos negativos afetam milhares de pessoas e, muitas vezes, são relegados pelos formuladores de políticas públicas. Sua extensão e frequência recorrentes prejudicam diversas atividades econômicas nos setores da agricultura, pecuária, indústria, serviços e comunidade em geral. O Nordeste brasileiro, periodicamente, é atingido por esse fenômeno, que desestrutura o funcionamento dos seus diversos setores produtivos, tanto oriundos da agricultura familiar, quanto de empresas ligadas ao agronegócio. Nesse sentido, uma pergunta que chama atenção é se existem estimativas dos prejuízos causados pela seca à economia do Nordeste.

Segundo o Relatório de Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais no Brasil (1995-2014), os eventos de desastres naturais mais frequentemente informados pelos municípios do Nordeste brasileiro são relativos a estiagens e secas, seguidos por enxurradas, inundações e vendavais. Assim, diante das projeções de mudanças climáticas em futuro breve e sua relação com a crescente ocorrência de desastres naturais, o aumento na frequência e na intensidade desses eventos climáticos extremos demanda que governo e sociedade tomem atitudes urgentes na implementação de ações estruturais e não estruturais, com foco na gestão integrada de riscos de desastres (CEPED UFSC, 2016).

No Quadro 1, descrevem-se os danos materiais e prejuízos públicos e privados causados por desastres naturais no Brasil, no período de 1995-2014, analisando-se, em particular, como o Nordeste se posiciona em relação ao *ranking* nacional. Os *danos materiais* se referem às informações de danos em habitações e em infraestruturas, bem como em instalações públicas e privadas, apresentadas em número de registros e em valores monetários. Já os *prejuízos* se referem às perdas reportadas nos setores público e privado, sendo que, no segundo, os valores informados estão segmentados nos setores de agricultura, pecuária, indústria e serviços (CEPED UFSC, 2016).

Quadro 1. Impactos dos desastres naturais na economia do Brasil e do Nordeste (1995-2014)

DANOS E PREJUÍZOS	BRASIL (R\$)	NORDESTE (R\$)
Total de Danos Materiais	45.432.940.483	10.248.819.466 (22,6%)
Prejuízos Públicos	19.533.685.089	9.308.231.608 (47,7%)
Prejuízos Privados	117.765.565.218	43.074.125.612 (36,6%)
Prejuízos na Agricultura	82.373.535.040	30.581.284.356 (37,1)
Prejuízos na Pecuária	24.177.283.233	9.741.160.940 (40,3%)
Prejuízos na Indústria	4.237.226.017	869.736.315 (20,5%)
Prejuízos na Prestação de Serviços	6.977.879.351	1.881.944.002 (27%)
Total de Prejuízos Públicos e Privados	137.299.250.307	52.382.357.221 (38,2%)
Total de Danos Materiais e Prejuízos	182.732.190.791	62.631.176.686 (33,8%)
Danos e Prejuízos de Eventos Climatológicos	99.212.850.821	47.025.541.802 (47,4%)
Danos e Prejuízos de Eventos Hidrológicos	72.332.318.263	14.348.909.780 (19,8%)
Danos e Prejuízos de Eventos Meteorológicos	8.757.508.990	97.996.368 (1,1%)

Fonte: CEPED UFSC (2016).

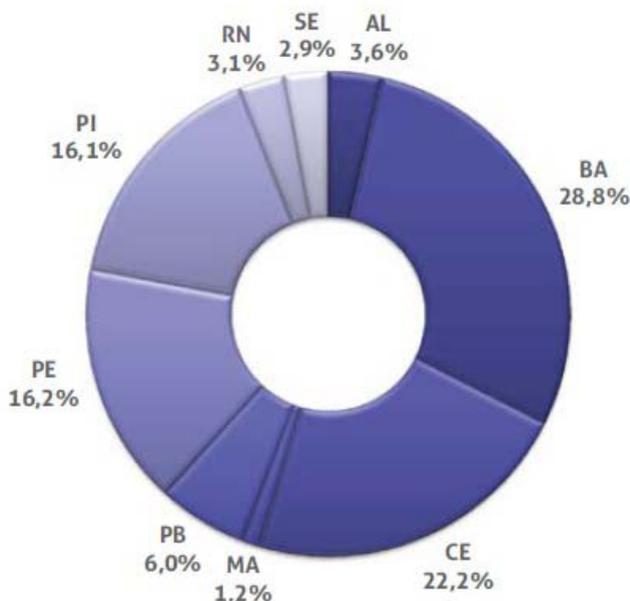
Pelo exposto no Quadro 1, o Nordeste é a região que apresentou maiores prejuízos públicos relacionados a desastres naturais no Brasil, com um percentual de cerca de 48% do total no País, ou seja, representando quase metade dos registros de prejuízos desse tipo no **Brasil**. Com relação aos impactos econômicos negativos no setor privado, o percentual de prejuízos no Nordeste também é bastante alto, tendo atingido a marca de cerca de 37% do total nacional durante o período.

Os prejuízos no setor privado alcançaram cerca de 86% do total reportado no Brasil, sendo que na agricultura estão registrados os de maior representatividade, com cerca de 70%, seguidos pelos registrados na pecuária, no setor de serviços e na indústria, com aproximadamente 20%, 6% e 4%, respectivamente (CEPED UFSC, 2016). Em relação ao Nordeste, conforme exposto no Quadro 1, estima-se que a região concentra 37% dos prejuízos nacionais no setor agrícola, enquanto na pecuária os impactos econômicos negativos correspondem a 40% do total no Brasil.

Em 2013, um total de 4.433 municípios foram atingidos por algum tipo de desastre, dos quais cerca de 70% dos registros foram reconhecidos como decorrentes da seca. No que diz respeito à população atingida por alguma categoria de desastre naquele ano, contabilizou-se um total de 18.557.233 pessoas, sendo a maioria, cerca de 65%, afetada pela seca (ANUÁRIO, 2014).

As secas correspondem à categoria de desastres naturais com maior número de registros de ocorrência no País, afetando, de forma transversal, diversos setores da economia e da sociedade (MMA; MI; WWF-BRASIL, 2017). Os danos materiais e prejuízos provocados por eventos de seca podem ser mensurados por meio da análise dos dados sobre impactos da categoria de desastres climatológicos, considerados os de maior representatividade quanto aos danos e prejuízos no Brasil, responsáveis por 54% dos valores e 48% dos registros informados (CEPED UFSC, 2016).

Conforme o Quadro 1, no Brasil, um total estimado de 48% dos danos e prejuízos causados por desastres naturais de origem climatológica se concentra no Nordeste. Desse total, a maior parte, que corresponde a cerca de 75%, está diretamente relacionada às estiagens e secas que constantemente afetam a região. A Figura 2 apresenta a distribuição dos danos e prejuízos climatológicos nos estados do Nordeste, durante o período de 20 anos.



Fonte: CEPED UFSC (2016).

Figura 2. Distribuição dos danos e prejuízos de eventos climatológicos nos estados do Nordeste (1995-2014).

Pelo exposto na Figura 2, os estados da Bahia (29%), Ceará (22%), Pernambuco (16%) e Piauí (16%) são os mais afetados por desastres climatológicos no Nordeste, principalmente relacionados às secas. A Bahia, por exemplo, ocupa o primeiro lugar como um dos estados cuja economia é mais impactada negativamente na região. Infere-se, com base nessa análise, que os maiores prejuízos desses estados atingem profundamente o funcionamento da agricultura, tanto na modalidade familiar, onde o desastre ocorre de maneira devastadora, quanto no agronegócio, setor que calcula inúmeras perdas durante longos períodos de seca.

Nesse cenário, diante da tendência de aumento da vulnerabilidade das populações frente às mudanças climáticas projetadas para futuro próximo, bem como de uma maior exposição de infraestruturas, bens e ativos econômicos a diversas categorias de desastres, o desenvolvimento de sistemas de monitoramento e alerta é um dos caminhos para a prevenção e mitigação de desastres naturais. Os danos materiais e prejuízos acima citados podem ser evitados ou minimizados, desde que se disponham de sistemas de informações confiáveis e em tempo hábil para que seja feito um planejamento adequado para evitar que fenômenos naturais como secas se tornem desastres e aumentem a vulnerabilidade da população, dos governos e dos setores econômicos.

Os sistemas de monitoramento e alerta são fundamentais para a identificação e compreensão dos cenários de impacto, visando tornar os mecanismos de prevenção mais eficientes e preparar a população para prevenir desastres, reduzindo sua vulnerabilidade e aumentando sua resiliência diante de eventos extremos. Essas informações podem subsidiar o processo de formulação, governança e gestão de políticas públicas estruturantes e não estruturantes para a região semiárida brasileira.

O Sistema de Monitoramento e Alerta para a Cobertura Vegetal da Caatinga (SimaCaatinga – <http://lapismet.com/SIMACaatinga/index.php>), operacionalizado pelo Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis/Ufal) oferece produtos e informações de satélite que apresentam diagnósticos confiáveis da seca e da precipitação, bem como da umidade do solo para todas as áreas da Caatinga. A previsão de secas e de chuvas é uma aliada para o planejamento de atividades empresariais, especialmente para o setor agrícola, visto que a expectativa de ocorrência desses fenômenos pode ser utilizada como alerta para diminuir seus efeitos sobre a economia, direcionando os investimentos públicos e privados para a construção de uma infraestrutura adequada ao seu enfrentamento.

2.1 A seca como desastre natural nos municípios dos Cariris paraibanos

Durante o desastre natural da seca no Semiárido do período 2010-2016, considerada a mais extensa já registrada pelas medições pluviométricas na região, todos os municípios dos Cariris paraibanos declararam Situação de Emergência (SE), no período de 2012 a 2016. Os dados são da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), vinculada ao Ministério da Integração Nacional (MIN). Os reconhecimentos federais da situação dos municípios foram distribuídos anualmente, conforme demonstrado no Quadro 2:

Quadro 2. Municípios dos Cariris reconhecidos em Situação de Emergência pela Defesa Civil (2012-2016)

Ano	Desastre	Nº de reconhecimentos realizados
2012	Seca	01
2013	Seca	03
2014	Seca	02
2015	Seca	02
2016	Seca	01

Fonte: MIN (2016a).

Conforme o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013), a Sedec considera por “desastre natural” o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo ser humano, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais, bem como consequentes prejuízos econômicos e sociais. A SE refere-se ao reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por um ou mais desastres, causando danos suportáveis e superáveis pela comunidade afetada.

A seca é um dos desastres de maior ocorrência e impacto no mundo, devido, principalmente, ao longo período em que ocorre e a abrangência de grandes áreas atingidas. Segundo a definição apresentada pela Defesa Civil, os eventos de seca e estiagem caracterizam-se por períodos prolongados de baixa ou ausência de chuvas durante tempo suficiente, em determinada região, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico. O desastre da seca também é considerado um fenômeno social, pois caracteriza uma situação de pobreza e estagnação econômica, advinda do impacto desse fenômeno meteorológico adverso (ATLAS BRASILEIRO DE DESCARTES NATURAIS, 2011; ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESCARTES NATURAIS, 2014). Esse fenômeno natural se diferencia das demais catástrofes climáticas por ter uma ação lenta e silenciosa, longa duração e atingir extensas áreas de clima árido e semiárido. Um diagnóstico mais preciso dos efeitos danosos do fenômeno depende de fatores como caracterização climática da região, histórico das ocorrências, vulnerabilidades econômico-sociais, ação governamental para atender às populações atingidas e índices de severidade de seca (NEVES, 2010).

No período de 1991 a 2010, por conta de estiagens e secas, cerca de 8.462.885 pessoas foram afetadas. As mesorregiões do Agreste paraibano e da Borborema, onde se situam os Cariris paraibanos, com os mais baixos registros de índices pluviométricos e chuvas irregulares, foram as que sofreram maiores danos humanos, sociais, econômicos e ambientais em decorrência desses eventos adversos. Em 2013, o Semiárido foi a região brasileira mais atingida pelos eventos de seca e estiagem,

com um total de 3.096 registros de ocorrência do desastre nos municípios da região. A seca extrema que atingiu a região a partir de 2012, trouxe prejuízos históricos para a população desses municípios (ATLAS BRASILEIRO DE DESCARTES NATURAIS, 2011; ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESCARTES NATURAIS, 2014).

Segundo o Relatório de Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais no Brasil, os eventos mais frequentemente informados pelos municípios do Semiárido brasileiro são relativos a estiagens e secas. Para o período 1995-2014, o valor total de prejuízos privados foi da ordem de R\$ 43.074.125.612, relacionados aos setores da agricultura, pecuária, indústria e serviços, segundo estimativas realizadas e informadas pelos municípios da região. Estudos apontam para a tendência de uma maior exposição de infraestruturas, bens e ativos econômicos em decorrência da seca, impactando diversos setores sociais e produtivos. Nesse sentido, diante das projeções de mudanças climáticas até o fim do século e sua relação com a crescente ocorrência de desastres naturais, o aumento na frequência e na intensidade desses eventos climáticos extremos demanda que governos e sociedade tomem atitudes urgentes na implementação de ações estruturais e não estruturais, com foco na gestão integrada de riscos de desastres (CEPED UFSC, 2016).

Assim, para conviver com eventos adversos como as secas, devem ser adotados importantes subsídios para suporte à decisão, a fim de que seja garantido o gerenciamento hídrico das bacias hidrográficas. Somente um sistema de gestão eficiente pode minimizar o uso desordenado dos recursos naturais e garantir sua sustentabilidade para evitar a escassez (ALENCAR et al., 2008).

3. Histórico das políticas de mitigação dos impactos da seca no Semiárido brasileiro (1909-2016)

O presente tópico apresenta um histórico das políticas de desenvolvimento para o Semiárido brasileiro, destacando o papel do monitoramento via satélite para o planejamento adequado das políticas e das ações econômicas. Foi estruturado com base na seguinte questão norteadora: quais as características das políticas de desenvolvimento científico e tecnológico que marcaram a história da convivência com a seca no Semiárido brasileiro e que lições elas trazem para o planejamento das atuais políticas?

A seca existe como fenômeno natural, mas os seus efeitos sociais e econômicos se agravam sobremaneira diante da falta de políticas eficientes para mitigar os seus efeitos. Ao longo da história do Semiárido brasileiro, diversas políticas foram implementadas como respostas apresentadas pelos governos para promover a adaptação da população às secas e promover o desenvolvimento econômico da região. Uma análise histórica das políticas para a região permite uma compreensão mais ampla dos atuais desafios à sua dinâmica produtiva. Por essa razão, serão apresentadas a seguir, as principais políticas executadas no Semiárido, com particular destaque para o acesso à água, considerado o motor do desenvolvimento da região.

3.1 Políticas hídricas para o desenvolvimento do Semiárido brasileiro

As políticas hídricas foram formuladas em cada período histórico do Nordeste brasileiro de acordo com as concepções científicas e o desenvolvimento tecnológico possíveis a cada época. Com isso, descreve-se a seguir as principais políticas institucionalizadas pelo Estado brasileiro para mitigar os impactos da seca ao longo do século XX e nas primeiras décadas do XXI, bem como os modelos de desenvolvimento econômico adotados da região durante o período (BURITI, BARBOSA, 2017).

✓ **Solução hidráulica (1909-1930) – 1ª Fase:** a criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), em 1909, representou um marco na institucionalização de estudos científicos e de políticas governamentais para a gestão das secas. A “solução hidráulica” consistiu em políticas de construção de grandes açudes, poços e sistemas de irrigação, visando desenvolver o Nordeste e integrá-lo à economia nacional. Ações de socorros públicos (iniciativas de caráter emergencial durante a seca) permaneceram concomitantes à política hidráulica. Nessa fase, **houve** poucos avanços no que diz respeito ao aproveitamento econômico das águas para fins de irrigação, que não foi a prioridade dessa política, embora tivesse sido previsto inicialmente. Obras de açudagem não resolveram o problema hídrico do Nordeste porque as águas dos reservatórios construídos foram concentradas em pontos geográficos específicos e beneficiaram principalmente uma pequena minoria da população.

✓ **Solução hidráulica (1930-1945) – 2ª Fase:** nesse período, o “Polígono das Secas” já contava com significativa infraestrutura hídrica e, como mencionado, até então, o aproveitamento das águas dos açudes ainda não havia sido priorizado pelas ações dos governos. Por essa razão, as políticas estiveram direcionadas à promoção do aproveitamento industrial e agrícola das águas dos rios perenizados e dos açudes construídos. Com a promulgação do Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934), passou-se a privilegiar a exploração da água para fins energéticos e industriais. Um dos marcos desse período foi a política de piscicultura do Nordeste, visando a geração de emprego e renda com o cultivo de peixes nos açudes da região, bem como aumentar a segurança alimentar da população vulnerável à seca.

✓ **Políticas de desenvolvimento econômico (1950-1980):** a Sudene foi criada com a proposta de ser a primeira instituição de desenvolvimento constituída no Nordeste. A nova orientação do governo, a partir da Lei que criou a Sudene, foi realizar o planejamento centralizado dos investimentos na região. Caberia à Sudene propor as diretrizes de uma política regional de desenvolvimento e atuar como o órgão centralizador do planejamento dos investimentos federais na região. Celso Furtado (1959) representou um momento histórico paradigmático de busca por transformações sociais no Brasil, por

meio da mais ambiciosa das políticas públicas que propunham uma efetiva transição de uma estrutura social semicolonial para a do desenvolvimento econômico. Buscava promover a mudança, representada pela industrialização, no empenho de corrigir os desequilíbrios da área nordestina em relação ao crescimento do País. Enfrentou a ponta mais resistente de coalizão entre as formas do latifúndio e o domínio dos grupos políticos para garantir o imobilismo da aplicação dos recursos públicos federais (MENDES, 2005). Essas forças políticas e econômicas tradicionais impediram que fossem empreendidas mudanças significativas na organização econômica e social do Nordeste.

✓ **Políticas de desenvolvimento sustentável (1990-2016):** a promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97) representou um marco na construção do paradigma da sustentabilidade dos usos das águas no Brasil. O novo paradigma de gerenciamento das águas deveria passar de um sistema setorial, local e de resposta a crises e impactos, para um novo modelo decisório integrado, descentralizado e participativo. Os comitês de bacias hidrográficas surgiram como novas institucionalidades para legitimarem a participação dos diversos setores e usuários de água na gestão dos recursos hídricos.

Um histórico das políticas de desenvolvimento para o Semiárido brasileiro chama atenção para a necessidade de ações adequadas às características sociais, econômicas e ambientais da região, visando sua maior efetividade. Para tanto, é fundamental que o planejamento disponha de uma base de dados e informações consistentes, possível somente por intermédio de um sistemático monitoramento da seca. O uso dos recursos naturais da Caatinga, sem planejamento eficiente, pode propiciar graves consequências em áreas submetidas às secas periódicas, como demonstra o acelerado processo de desertificação que vem ocorrendo em diversas áreas do Semiárido brasileiro, em decorrência de formas de uso do solo inadequadas às condições ambientais desse espaço geográfico. Nesse sentido, políticas que incentivem o uso racional e sustentável dos recursos naturais do Semiárido, associadas a boas práticas de manejo da água e da caatinga, podem propiciar desenvolvimento sustentável à região, promovendo os diversos setores econômicos e o bem-estar da população.

O monitoramento da seca e da desertificação também é fundamental para aumentar a resiliência e fortalecer a preparação dos setores econômicos para um possível cenário de mudanças climáticas. Pesquisadores estimam que o século 21 será um dos mais secos da história e que o Semiárido brasileiro será uma das regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas (MARENGO et al., 2013). Atualmente, há uma carência, por parte dos diversos setores produtivos – agrícola e industrial – de informações que capturem a dimensão espacial e temporal exata de cada uma das secas. Essa é uma das maiores vantagens do monitoramento ambiental com utilização de técnicas de sensoriamento remoto, que fornecem o mapeamento amplo e consistente da seca, tanto em termos espaciais quanto temporais.

Essas informações de monitoramento via satélite, alinhadas a um planejamento eficiente das políticas e das ações dos diversos atores empresariais, desmitificam a ideia de que a seca é responsável pelos baixos indicadores socioeconômicos da região. A seca apenas agrava uma ausência de estrutura econômica geradora de emprego e de renda, resultado, como observado, de um processo histórico que reservou à região, na economia nacional, um papel secundário diante das áreas mais dinâmicas do País. Todavia, tendo-se acesso à real dimensão dos fenômenos naturais como falta ou excesso de chuvas, é possível que os setores econômicos se preparem para atravessá-lo com segurança, estoquem e armazenem recursos naturais suficientes para o período, promovendo-se, assim, uma infraestrutura adequada para a convivência produtiva com a seca ou mesmo diminuindo os danos e prejuízos em casos de excesso de chuvas.

A partir da grande seca de 1977-79, o Brasil passou a institucionalizar as políticas para mitigar os efeitos da seca no Nordeste, de modo que elas se tornaram mais sistemáticas a partir do início do século XX. Apesar das avaliações pós-secas mostrarem os esforços nos procedimentos para o monitoramento, resposta e mitigação de graves deficiências hídricas, as safras agrícolas vêm sendo reduzidas de forma recorrente na região em razão dos impactos do fenômeno climático. Foi o caso da seca de 1958, quando houve uma redução de 40% das safras agrícolas nessas áreas, com a agricultura contabilizando um prejuízo da ordem de 106 milhões de dólares e a pecuária de 26 milhões de dólares. Secas severas de longos períodos aumentam a pressão sobre os recursos naturais, causando a perda gradativa da cobertura vegetal, degradação dos solos e desertificação (BARBOSA; KUMAR, 2015). Alves et al. (1998) avaliaram o impacto da variabilidade climática na agricultura de subsistência no Ceará. Os resultados mostraram que devido à diminuição das chuvas nos anos de *El Niño*, houve uma redução de 30 a 50% da produção em relação à média. Por outro lado, sob o fenômeno *La Niña*, superou de 15 a 20% a média geral.

É cada vez mais crescente a preocupação dos especialistas sobre os impactos da variabilidade e mudanças climáticas presentes e futuras sobre a cobertura vegetal nativa, solo, recursos hídricos e, sobretudo, no aumento da emissão de gases de efeito estufa para os ecossistemas em geral.

Barbosa (1998) e Barbosa et al. (2006) demonstraram a diminuição absoluta de cobertura vegetal no período 1991-1999, devido, sobretudo, às secas meteorológicas, sob o impacto da variabilidade térmica do fenômeno *El Niño*. Os processos de degradação ambiental e desertificação, por sua vez, têm desdobramentos na agropecuária, haja vista que a transformação da paisagem, tanto de ordem natural quanto de ordem socioeconômica, acaba por atingir de maneira direta ou indireta, pequenos produtores rurais. A degradação ocorre, principalmente, devido à adoção de práticas antigas de agricultura de subsistência e manejo de pastos (SÁ; FOTIUS; RICHÉ, 1994). As práticas agrícolas de desmatamento e queima da cobertura vegetal, além de retirarem os nutrientes do solo, deixam expostos aos agentes erosivos, principalmente hídricos e eólicos.

4. Políticas para convivência com a seca na zona rural dos Cariris paraibanos

O estudo dos impactos das políticas hídricas na diminuição da vulnerabilidade dos agricultores familiares de uma região semiárida contribui para a consolidação de estratégias governamentais de adaptação à seca e às mudanças climáticas. A presente análise foi realizada por meio dos dados disponibilizados pelo Mapa das Tecnologias Sociais (ASA, 2016a) e dos boletins publicados pela ASA sobre os impactos dessas políticas de água na agricultura familiar dos Cariris paraibanos. Os dados foram obtidos até novembro de 2016.

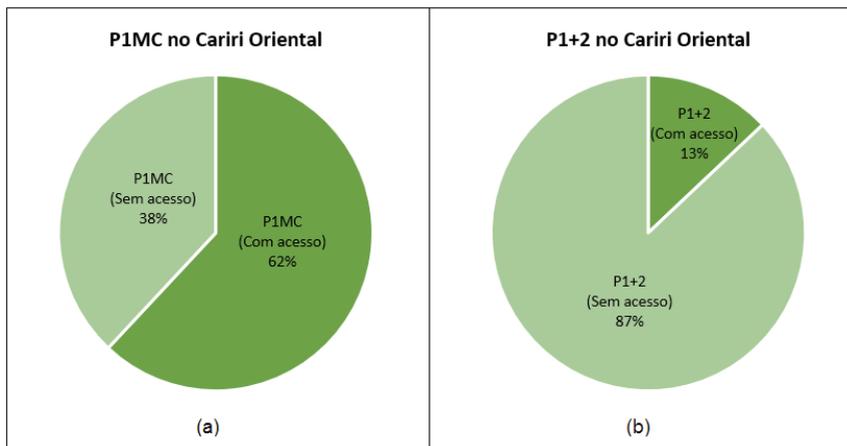
A análise do avanço das recentes políticas de água nos Cariris paraibanos foi feita de acordo com o número de tecnologias sociais implantadas pelos seguintes programas governamentais: Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), comparando-se com as demandas da população rural de cada município. Os resultados foram apresentados para os municípios do Cariri Oriental e, em seguida, do Cariri Ocidental.

A pesquisa realizou o mapeamento da quantidade de tecnologias sociais construídas no Cariri Oriental paraibano, da quantidade de pessoas diretamente alcançadas pelos seus impactos, comparando-se com a população rural estimada para cada município. Os dados demonstraram o número de tecnologias sociais implantado pelo Estado brasileiro nas comunidades rurais dos 12 municípios do Cariri Oriental paraibano, referente ao P1MC e P1+2, por intermédio da ASA⁵. Apresentou-se também a quantidade de pessoas beneficiadas por cada um desses programas naquele território, comparando-a com a estimativa populacional da zona rural de cada município. A estimativa populacional permitiu obter o universo da demanda por água nos municípios dos Cariris paraibanos, todos considerados de pequeno porte.

Conforme os resultados, no Cariri Oriental, para uma população de 34.221 pessoas que vive em comunidades rurais dos municípios, por meio do P1MC (água para beber e cozinhar), foram implantadas 5.461 tecnologias, beneficiando 21.172 pessoas (cerca de 62%). Pelo P1+2 (água para produzir), foram implementadas 1.124 tecnologias sociais, alcançando 4.488 pessoas (cerca de 13%). Os dados estão representados na Figura 3.

De acordo com a Figura 3(a), no Cariri Oriental paraibano, foi possível identificar, em relação aos dados da população rural estimada para cada município, os avanços na infraestrutura hídrica implantada para armazenamento de água para beber e cozinhar (P1MC), que corresponde a um percentual de 62%. Apesar disso, observa-se que grande parte da população (38%) da Microrregião ainda não dispõe dessa tecnologia social básica para captação de água da chuva. Com relação ao P1+2, representado na Figura 3(b), nota-se que o número de tecnologias sociais destinadas à produção ainda está muito aquém das demandas da população da zona rural do Cariri Oriental paraibano, de modo que apenas 13% dela teve acesso a esse mecanismo tecnológico.

Inclusive observou-se o caso do município de Riacho de Santo Antônio que sequer aderiu ao programa de implantação dessas tecnologias.



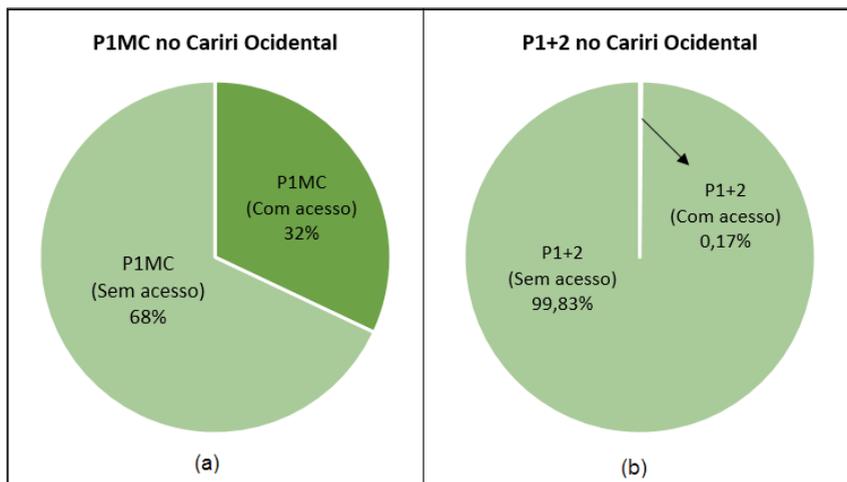
Fonte: ASA (2016a).

Figura 3. Situação do P1MC e do P1+2 no Cariri Oriental paraibano em relação à demanda da população rural.

O estudo também verificou a situação dos municípios do Cariri Ocidental quanto ao avanço na implantação de tecnologias sociais de acesso à água, política pública do governo brasileiro para as áreas rurais difusas do Semiárido. Os resultados apresentaram um panorama da quantidade de tecnologias sociais implantadas pelo P1MC e pelo P1+2 nas comunidades rurais dos 17 municípios do Cariri Ocidental paraibano. Para uma população estimada de 45.475 pessoas que vive na área rural, foram implantadas, pelo P1MC, 3.600 tecnologias sociais, beneficiando 14.546 pessoas (cerca de 32%). Já pelo P1+2, foram implementadas apenas 20 tecnologias sociais, alcançando-se 79 pessoas (cerca de 0,17%). Nos dados do Cariri Ocidental, chama atenção o fato de apenas o município de Congo (PB) ter aderido ao P1+2. Os dados estão representados na Figura 4.

De acordo com a Figura 4(a), observa-se que no Cariri Ocidental paraibano **houve** poucos avanços em relação à consolidação de uma infraestrutura básica para armazenamento de água da chuva, por meio de tecnologias sociais, visto que apenas 32% da população rural foi beneficiada pelo P1MC. Isso significa que a maior parte das pessoas que vive nas áreas difusas da Microrregião (68%) ainda necessita dessas alternativas tecnológicas para suprir suas demandas essenciais por água. O cenário se torna mais grave no que diz respeito à implantação de tecnologias hídricas voltadas para a produção (P1+2), visto que a ação desse programa é quase inexistente no Cariri Ocidental (0,17%), conforme demonstrado na Figura 4(b).

Pelos resultados **assim**, foi possível identificar, em relação aos dados da população rural estimada para cada município e do número de pessoas beneficiadas pelas políticas governamentais, o avanço relativo na infraestrutura de armazenamento de água para beber e cozinhar (P1MC) no Cariri Oriental, ao passo que o número de tecnologias direcionadas à produção (P1+2) ainda está muito aquém das demandas, havendo inclusive um município que sequer aderiu ao Programa de implantação dessas tecnologias para produção. Chamou atenção o fato de apenas um município do Cariri Ocidental ter aderido ao P1+2. Esse aspecto ocorre ao mesmo tempo em que se identifica que muitos desses municípios apresentam população rural bem mais numerosa se comparada a do Cariri Oriental.



Fonte: ASA, 2016a.

Figura 4. Situação do P1MC e do P1+2 no Cariri Ocidental paraibano em relação à demanda da população rural.

De forma geral, os dados referentes aos Cariris paraibanos apresentados **anteriormente** demonstram que o número de tecnologias sociais implantadas ainda é muito inferior em relação à população rural estimada para cada município. Essa constatação se torna crítica se analisados os dados do P1+2, relacionados a tecnologias hídricas para segurança alimentar da população vulnerável às secas. Nesse cenário, é necessário ampliar o P1MC nesse território, visando suprir as demandas primárias de acesso à água para a população rural difusa e alavancar as ações do P1+2, com o intuito de promover segurança hídrica e alimentar para as pessoas.

Estratégia elementar que deve ser priorizada pelos governos em relação às soluções tecnológicas para a escassez de água nas áreas mais secas do Brasil deve consistir em ampliar a escala desses programas para que um maior número de pessoas seja alcançado. Mais que isso, considerando os resultados positivos que essas tecnologias

sociais têm apresentado para propiciar segurança hídrica e alimentar à população, é fundamental que o Estado brasileiro universalize sua implantação nas áreas rurais, sobretudo visando garantir o direito humano fundamental de acesso à água potável.

A notória insuficiência da infraestrutura hídrica dos municípios dos Cariris paraibanos pode ser apontada como um dos fatores que explicam porque esses municípios ainda entram em SE por ocasião do desastre natural provocado pela seca (MIN, 2016a). Além de a quantidade de água armazenada pelas tecnologias sociais não ser suficiente para atravessar as longas secas, o número de tecnologias implementadas, como observado, não atende à maioria da população difusa das Microrregiões semiáridas.

A soberania hídrica tem sido uma estratégia que contribui para o fortalecimento da agricultura familiar dos Cariris paraibanos. Os depoimentos dos agricultores familiares analisados por Buriti e Barbosa (2017) permitiram observar que nas comunidades rurais dessas Microrregiões, nas quais tecnologias sociais hídricas têm sido implantadas como política pública, é notório o impacto social positivo ocorrido na vida das famílias. Todavia, nesta pesquisa, a análise quantitativa do avanço da implementação de políticas hídricas nos Cariris paraibanos demonstrou que seu alcance ainda é insuficiente diante da demanda da população que vive nessas Microrregiões.

A apreciação dos depoimentos dos agricultores familiares demonstrou que as tecnologias sociais contribuem para o acesso à água por parte da população rural difusa da zona rural do Semiárido brasileiro. Também favorece a produção de alimentos para as famílias, bem como promove a geração de renda com produtos da agricultura familiar. No entanto, nos períodos de seca, a vulnerabilidade da população aumenta em termos de dificuldades para ter acesso à água, para produzir alimentos, obter algum tipo de renda com a venda da produção e garantir seus meios de subsistência. Como afirma Alves et al. (1998), o impacto da falta de chuvas provoca queda de até 50% na produção da agricultura de subsistência. Acrescente-se que esses setores são extremamente vulneráveis às secas extremas, de modo que quando ocorre esses eventos, o setor agropecuário enfrenta profundos impactos (MARENGO; TORRES; ALVES, 2016; PAREDES; BARBOSA; GUEVARA, 2015).

Considerações Finais

O presente artigo destacou a importância do monitoramento ambiental via satélite para a gestão de riscos de desastres naturais, especialmente das secas no Semiárido brasileiro. Ressaltou-se como esses episódios, periodicamente, têm causado enormes prejuízos e danos materiais à população, aos setores econômicos e aos governos da região. Contextualizaram-se as principais políticas de desenvolvimento para o Semiárido brasileiro, com particular atenção à análise histórica das políticas hídricas e sua relação com o desenvolvimento e com a mitigação de desastres naturais na região, com foco as microrregiões dos Cariris paraibanos.

Concluiu-se que as políticas hídricas de mitigação de desastres naturais relacionados à seca, no contexto das mudanças climáticas, em áreas rurais das microrregiões dos Cariris paraibanos, consideradas as mais secas do Brasil, ainda são insuficientes diante da demanda da população. Nesse sentido, apesar dos impactos positivos que políticas de implantação de tecnologias sociais hídricas têm representado para os agricultores familiares dessas microrregiões, é fundamental universalizar o seu acesso, visando reduzir os impactos da seca sobre a população e os setores econômicos. O monitoramento e alerta de seca e de precipitações, a exemplo do papel desempenhado pelo SimaCaatinga, oferecem informações precisas e relevantes para o planejamento de políticas e ações de desenvolvimento sustentável para o Semiárido brasileiro, bem como para a preparação e organização dos setores produtivos para a convivência com a seca, visando diminuir os impactos do fenômeno sobre o resultado da produção agrícola e industrial. Nesse sentido, faz-se necessário que setores empresariais, econômicos e de tomada de decisão recorram a informações baseadas em técnicas de sensoriamento remoto, visando a ampliação da competitividade do setor privado e tornarem as iniciativas políticas mais efetivas.

Notas

3 Os municípios do Cariri Oriental são: Alcantil, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Caraúbas, Caturité, Gurjão, Riacho de Santo Antônio, Santo André, São Domingos do Cariri e São João do Cariri.

4 Os municípios do Cariri Ocidental são: Amparo, Assunção, Camalaú, Congo, Coxixola, Livramento, Monteiro, Ouro Velho, Parari, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé, Taperoá e Zabelê.

5 Ressalta-se que nessas áreas também existem muitas tecnologias sociais hídricas construídas por iniciativas particulares ou organizativas dos próprios moradores da região ou de outros projetos financiados por intermédio de organizações sociais.

Referências

ALENCAR, V. C. et al. Um sistema de suporte à decisão para o gerenciamento de recursos hídricos: um estudo de caso dos açudes de Boqueirão e Acauã. **Engenharia ambiental**, v. 5, n. 3, p. 129-140, 2008.

ALVES, J. M. B. et al. Produção agrícola de subsistência no Estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 2, p. 111-118, 1998.

ANDRADE, J. L. **Introdução à sociologia das secas**. Rio de Janeiro-RJ: A noite, 1948.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 2013. Brasília-DF: CENAD, 2014.

_____: 2012. Brasília-DF: CENAD, 2013.

ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 1991-2010. Florianópolis-SC: CEPED UFSC, 2011.

BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V. L. Influence of rainfall variability on the vegetation dynamics over Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 124, p. 377-387, 2016.

BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V. L.; SILVA L. R. M. Recent trends in vegetation dynamics in the South America and their relationship to rainfall. **Natural Hazards**. n. 75, p. 1-17, 2015.

BARBOSA, H. A. Spatial and temporal analysis of vegetation index derived from AVHRR/NOAA and rainfall over Northeastern Brazil during 1982-1985. **Master degree dissertation in Remote Sensing [in Portuguese]**. Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

BARBOSA, H. A., HUETE, A. R., BAETHGEN, W. E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, p. 288-307. 2006.

BURITI, C. O.; BARBOSA, H. A. **Políticas hídricas no semiárido brasileiro: uma abordagem histórica, socioeconômica e institucional das secas nos Cariris paraibanos (1907-2016)**. Lisboa-Portugal: Chiado, 2017 (*no prelo*).

CEPED UFSC. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil (1995-2014)**. Florianópolis-SC: CEPED UFSC, 2016. Disponível em: <<http://www.cepud.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/01/111703-WP-CEPEDRelatoriosdeDanoslayout-PUBLIC-PORTUGUESE-ABSTRACT-SENT.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2017.

FURTADO, C. **A operação Nordeste**. Rio de Janeiro: ISEB, 1959 (Textos brasileiros de economia).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros**. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 26 nov. 2016.

_____. **Censo Agropecuário: Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/>. Acesso em: 02 maio 2016.

_____. **Climas do Brasil: Mapeamento da tipologia climática do território brasileiro**. 2002a.

_____. **Base cartográfica**. Sirgas. 2000.

KANE, R. P. Prediction of droughts in North-east Brazil: role of ENSO and use of periodicities. **International Journal of Climatology**, v. 17, p. 655-665, 1997.

LINDOSO, D. et al. Vulnerabilidade socioeconômica da agricultura familiar brasileira às mudanças climáticas: o desafio da avaliação de realidades complexas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 4, p. 21-31, jul. 2009.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 124, n. 3-4, p. 1-12. 2016.

MARENGO, J. A. et al. Two contrasting severe seasonal extremes in Tropical South America in 2012: Floods in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 26, p. 9137-9154, 2013.

MENDES, C. Celso Furtado: Fundação e Prospectiva do Desenvolvimento. **DADOS:** Revista de Ciências Sociais, Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, p. 7-20, 2005.

MIN. Ministério da Integração Nacional. **Proteção e Defesa Civil:** reconhecimentos realizados em 2016. 2016a. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/reconhecimentos-realizados>>. Acesso em: 24 out. 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente; MI. Ministério da Integração Nacional; WWF-Brasil. Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima. Brasília, DF: MMA, 2017.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, Dec. 1981.

NDMC – National Disaster Management Centre. **Inaugural Annual Report 2006-2007.** Provincial and Local Government Department. Pretoria, South Africa, 2007.

NEVES, J. A. **Um índice de susceptibilidade ao fenômeno da seca para o Semiárido nordestino.** Tese (Doutorado em Matemática Computacional) - UFPE, Recife-PE, 2010.

PAREDES, F. J.; BARBOSA, H. A.; GUEVARA, E. Spatial and temporal analysis of droughts in northeastern Brazil. **Agriscientia**, v. 32, p. 57-67, 2015.

PEREIRA, D. D. **Cariris paraibanos:** do sesmarialismo aos assentamentos de reforma agrária. Raízes da desertificação. Tese de Doutorado em Recursos Naturais da UFCG. Campina Grande (PB), 2008.

PEREIRA, M. P. S. et al. The influence of oceanic basins on drought and ecosystem dynamics in Northeast Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 12, p. 1-8, 2014.

SÁ, I. B., FOTIUS, G. A., RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no Trópico Semiárido brasileiro In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, CE. **Anais...** Brasília-DF: SEPLAN, 1994.



AGROFLORESTAS E RESILIÊNCIA SOCIAL

João Carlos Canuto¹

Introdução

O presente escrito tem como objetivo, levantar questões introdutórias relacionadas à resiliência social na agricultura. Buscando mostrar o potencial que têm as agroflorestas para contribuir na ampliação da resiliência social, são apresentados alguns argumentos advindos na participação do autor em diversas iniciativas, projetos e debates sobre a mudança socioecológica na agricultura, onde a agroecologia constitui o marco conceitual mais abrangente e as agroflorestas uma de suas manifestações mais sofisticadas.

Resiliência social constitui um campo conceitual amplo, que tem relação com a Sociologia, a Economia, a Antropologia, a Psicologia, a Ecologia e outras tantas ciências e disciplinas. Assim, que sentido tem abordar um “modelo” de sistema agrícola sob a ótica da resiliência social? Por certo as agroflorestas por si só não detém o domínio da sustentabilidade, nem mesmo quando circunscrita à especificidade do meio rural. No entanto, buscaremos evidenciar seu papel nesse contexto, especialmente frente às mudanças ecológicas e socioeconômicas que se apresentam cada dia de maneira mais contundente.

As agroflorestas são formas de modelar os sistemas de produção agropecuária para, simultaneamente, alcançar dois objetivos: o equilíbrio ecológico e a sustentação econômica dos agricultores. Diante do império do capital, traduzido na agricultura pelos sistemas de monocultivo e de suas desastrosas decorrências socioecológicas, sistemas agroecológicos estão a desenvolver-se de forma autônoma pelos mais diversos recantos no país e do mundo.

Entre os sistemas agroecológicos, as agroflorestas biodiversas têm tido cada vez mais destaque, tanto no debate acadêmico e político, como na expansão concreta dessas estratégias no mundo rural. Tornaram-se hoje claramente um contraponto à ação desagregadora do avanço do agronegócio, à vulnerabilidade ecológica, econômica e sociocultural dos agricultores nos mais diversos territórios camponeses.

¹ Técnico agropecuário, agrônomo, mestre em extensão rural, doutor em agroecologia e pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: joao.canuto@embrapa.br

As agroflorestas (assim como outros sistemas agroecológicos diversificados) apresentam inúmeros atributos que constroem, em seu conjunto, um espaço social resiliente. As agroflorestas mostram-se capazes de promover a reposição interna ao sistema dos nutrientes, a regeneração do solo, da água e da biodiversidade, a independência em relação aos recursos externos, a resposta econômica, a segurança alimentar das famílias rurais e uma potente alternativa às mudanças do clima.

As agroflorestas biodiversas resgatam ou reforçam o objetivo de reprodução social das famílias, pois recuperam os elos de uma coevolução socioecológica desenvolvida ao longo de séculos e hoje em risco de dissipação. A reprodução social camponesa depende do autocontrole dos recursos naturais e do protagonismo sociopolítico dos agricultores. Desse modo, pode-se dizer que as agroflorestas dispõem das condições fundamentais para manter ou re-significar, tanto a diversidade produtiva, como os valores culturais, como importantes ferramentas para a manutenção das famílias rurais no campo, com qualidade de vida.

1. Agroflorestas biodiversas

Definimos aqui as agroflorestas biodiversas como aquelas em que os princípios, adaptados à produção agrícola, advém da estrutura e funcionamento das florestas naturais. Portanto, alguns princípios das agroflorestais biodiversificadas são a sucessão vegetal, à semelhança da mata nativa, a estratificação vegetal (composta por níveis herbáceos, arbustivos e árvores de pequeno, médio e grande porte) e a biodiversidade ampla. Diferenciam-se, assim, de sistemas simplificados como os hoje demonizados “integração lavoura-pecuária-floresta” que, apesar de introduzirem alguma diversidade, ainda se assemelham muito ao monocultivo (incluído o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos solúveis) e não permitem a emergência de propriedades ecológicas positivas significativas.

Agroflorestas são sistemas que mesclam cultivos e criações agrícolas com espécies arbóreas, especialmente as nativas. Esta associação espacial e temporal, permite uma série de conexões ecológicas que não poderiam subsistir em um sistema simplificado (monocultivo), menos ainda em um sistema que incorpora agrotóxicos e fertilizantes químicos. Segundo Hoang et al. (2017), “a agroflorestação oferece uma solução de uso da terra potencialmente sustentável, que poderia restabelecer florestas, restaurar os serviços ecossistêmicos e estabilizar os meios de subsistência locais”.

A perspectiva de benefícios ecológicos resultantes da ampliação da biodiversidade é corroborada por diversos autores (GLIESSMAN, 1985; BEETS, 1990; ALTIERI, 2012; ALTIERI; NICHOLS, 2010). Sistemas biodiversos produzem “propriedades ou qualidades emergentes”, que os monocultivos não têm possibilidade de gerar. Segundo Naime (2017), o princípio das propriedades emergentes “significa uma consequência importante da organização hierárquica, determinando que, à medida

que os componentes se combinam, são produzidas novas propriedades (...). As propriedades emergentes, por definição, são propriedades coletivas que emergem ou aparecem como resultantes da interação entre componentes". Reforçando isto, Canuto et al. (2017), colocam que a "biodiversidade e a agrobiodiversidade estimulam propriedades emergentes que não existiriam sem elas, através de inúmeros mecanismos ecológicos (como complementaridades, mutualismos, sinergias, etc.) de modo a melhorar a fertilidade dos recursos, a produtividade e a regulação de insetos e micro-organismos indesejáveis, além de outros benefícios".

Por exemplo, "agregando diversidade aos sistemas existentes é possível provocar mudanças na diversidade de *habitats* que favorecem a abundância e a eficácia dos inimigos naturais" (ALTIERI; NICHOLLS, 2010). Em um estudo com 210 famílias no Vietnã, Hoang et al. (2017), mostraram "que o sistema de cultivo dominante nas províncias do noroeste era o monocultivo nas encostas, que proporcionava rendimentos econômicos relativamente baixos. Erosão do solo, degradação da terra e escassez de água eram as questões ambientais mais significativas na área". Estes autores afirmam que "os sistemas de cultivo à base de árvores eram raros e principalmente resultado da adoção espontânea dos agricultores. Dada a paisagem montanhosa e a necessidade de estabilização do solo, a agroflorestação foi vista pelos agricultores como uma abordagem viável". Reforçando tais assertivas, Gliessman (2000) enfatiza a necessidade de compreender como a diversidade atua nos agroecossistemas e preconiza tirar proveito da complexidade em vez de lutar para aboli-la, como o único caminho para alcançar maiores níveis de sustentabilidade.

2. Resiliência

As qualidades emergentes de sistema complexos são a base da sua resiliência amplificada, em relação aos sistemas convencionais de produção. Mas a resiliência social abrange a ecológica, ampliando-a a aspectos sociais, econômicos e culturais. A diversificação produtiva reforça a base ecológica dos sistemas e esta, frequentemente, induz à melhoria de variados outros aspectos da vida das famílias, como o aumento da renda, a melhoria das condições nutricionais, a conservação ou melhora da qualidade dos recursos naturais, entre outros aspectos.

O conceito de resiliência, portanto, está intimamente relacionado ao de diversidade, estabilidade e sustentabilidade. Segundo Holling (1973), a resiliência se traduz pela aptidão de um sistema para refazer-se dos danos causados por algum distúrbio considerável, permitindo o restabelecimento de uma condição anterior melhor.

Infante (2005), citando Luthar et al. (2000), coloca o conceito de resiliência como "um processo dinâmico que tem como resultado a adaptação positiva em contextos de grande adversidade". Segundo a autora, "essa definição (...) distingue três componentes essenciais que devem estar presentes no conceito de resiliência:

- 2.1 - a noção de adversidade, trauma, risco ou ameaça ao desenvolvimento humano;
- 2.2 - a adaptação positiva ou superação da adversidade;
- 2.3 - o processo que considera a dinâmica entre mecanismos emocionais, cognitivos e socioculturais que influem no desenvolvimento humano”.

O debate sobre resiliência extrapola a questão ecológica e envolve aspectos mais gerais da reprodução social das famílias (BERNARD, 1999; KAPLAN, 1999; RUTTER, 1991). Segundo Vincenti (2009), a resiliência envolve a permanência das condições de produção através do tempo e diz respeito ainda à auto-organização e ao “aprendizado” para a adaptação a situações limite.

3. Agroflorestas: aspectos relacionados à resiliência social

A seguir apresentaremos alguns destaques, sem intenção exaustiva ou conclusiva, em relação ao papel das agroflorestas biodiversas na construção da resiliência social no meio rural. Estes aspectos se entrelaçam e estabelecem conexões entre as dimensões ecológicas e econômicas, que se traduzem em maior potencial de resiliência e na constituição de estratégias inovadoras de reprodução social no meio rural.

Estratégias de reposição de nutrientes

A reposição de nutrientes para a produção agrícola permanente move uma estratégia quase que totalmente interna aos sistemas biodiversos. De um lado, as espécies empregadas, por natureza mais adaptadas ao meio, são menos exigentes em nutrientes solúveis. A estratégia do monocultivo é baseada em verdadeiras “muletas”, fertilizantes químicos prontamente assimiláveis, agrotóxicos de ação ampla, farta irrigação, mecanização pesada. São os elementos que possibilitam produzir a partir de fontes de origem externa, de estoque finito, portanto, estratégias com os dias contados, dada sua escassez crescente e aos impactos ecológicos negativos que apresentam.

Na agroecologia, os sistemas agrícolas de produção são caracterizados pela alta diversidade e a reposição de fertilidade se dá por diversos mecanismos naturais:

- a) o “bombeamento” de nutrientes do subsolo, por meio das árvores de raízes profundas, para posterior poda, decomposição e assimilação pelas espécies de menor porte nas camadas superficiais do solo, permitindo o cultivo de plantas anuais em boas condições de fertilidade;
- b) a compostagem natural da serrapilheira, constituída de folhas e ramos, principalmente de árvores caducifólias;
- c) o cultivo de plantas de adubação verde, especialmente as que produzem grande quantidade de biomassa (por exemplo, gramíneas e outras espécies similares de grande porte) e as que fixam nitrogênio atmosférico (notadamente as leguminosas) – tanto espécies adaptadas à adubação de verão como as próprias para a época de inverno;

- d) a ação de minhocas e demais organismos edáficos sobre a biomassa depositada por vários meios;
- e) compostagem e vermicompostagem de resíduos agrícolas, domésticos e de animais (esterco), produzindo fertilizante orgânico de excelente qualidade;
- f) a aplicação de pó de rochas, cinzas e outros resíduos minerais com potencial fertilizador como substitutos aos nutrientes químicos;
- g) estratégias de pousio e regeneração natural dos solos;
- h) o uso ocasional de insumos externos permitidos pelas normas da produção orgânica.

Existem inúmeras outras estratégias que funcionam sob os mesmos princípios agroecológicos, no sentido de manter a fertilidade dos solos em níveis satisfatórios, evitar o custo ecológico e financeiro da compra de insumos industrializados e de fontes não renováveis, além dos que provocam degradação ambiental e impactos negativos na saúde da população.

Em resumo, as estratégias de reposição da fertilidade do solo, alicerçadas em insumos e processos endógenos e de baixo custo, somam de forma decisiva para a recomposição de solos degradados e para a manutenção do potencial produtivo dos mesmos, contribuindo para a reprodução social dos camponeses e a consequente ampliação da resiliência social.

Regeneração, conservação e minimização de uso da água

Os sistemas que, como as agroflorestas, incorporam uma arquitetura florestal importante, ajustam-se ao ciclo das águas de maneira muito distinta do que ocorre nos monocultivos. De forma semelhante à floresta nativa, as árvores amortecem o impacto das chuvas e tornam a infiltração e armazenamento de água muito mais eficazes. A isso associa-se o fato de que as raízes das árvores criam uma extensa e densa rede de canais no solo que também ampliam o reabastecimento dos lençóis freáticos. Desse modo, nota-se em áreas de regeneração natural ou induzida (como a agrofloresta) que os estoques de água tornam-se mais reforçados, permitindo a permanência dos cultivos nas épocas mais secas.

Além disso, a estratégia agroflorestal, ao conservar e aumentar os estoques de água, promove também processos de regeneração de nascentes, mananciais que haviam sido praticamente extintos pela enorme retirada para a irrigação, pelo preparo intensivo do solo e por uma cobertura vegetal sazonal e muito limitada.

Outro aspecto inerente às agroflorestas é a “natural” economia de água. Sistemas mais adensados e estratificados, onde a ação do sol e dos ventos é reduzida, mantêm uma baixa taxa de evapotranspiração. Sendo assim, além da melhor eficiência de captação da água, nas agroflorestas verificam-se menores perdas, possibilitando um equilíbrio maior do que nos monocultivos em termos de disponibilidade total de água e da sua distribuição ao longo do tempo.

Os períodos críticos, no caso de implantação de uma agrofloresta sobre solo desflorestado (por exemplo, pastos degradados de braquiária) e em climas de cerrado ou nas regiões do semi-árido, são os primeiros anos, onde os cultivos anuais devem ser estabelecidos preferencialmente na época das águas. A irrigação pode também ser utilizada de forma racional, sempre que as condições o permitirem, porém a tendência em médio e em longo prazo é que ela venha a se tornar desnecessária.

A economia de água e a capacidade ampliada de armazenamento, por si sós, aumentariam de forma sensível o grau de resiliência de um agroecossistema. Mesmo em uma visão especificamente econômica, a água (sua disponibilidade e seu uso racional) é elemento central na busca de sistemas resilientes. A autonomia em relação ao “recurso” água, considerando que ela é um dos pilares da produção e da vida dos agricultores, é fator de destaque na manutenção e melhoria das condições de vida das famílias rurais, sendo assim fator crucial em termos de resiliência social.

Diversidade e resistência a estresses

Os altos graus de biodiversidade, incluindo a biodiversidade natural (aparentemente não diretamente de ordem utilitária), a biodiversidade funcional (que contribui como atributo emergente diretamente na produção) e a agrobiodiversidade (diversidade genética), influem de maneira positiva na resiliência ecológica dos sistemas.

A biodiversidade natural remanescente ou inclusa em uma propriedade ou parcela altera positivamente o ambiente, propiciando trocas sinérgicas nos sistemas agrícolas. Ela é fonte de sementes e propágulos para a regeneração de forma nucleada do entorno, no qual se podem incorporar cultivos e formar novas áreas de produção. E, como foi mencionado, ela “produz” água, nutrientes e paisagens amenas.

Embora isso ocorra igualmente com as espécies nativas, no caso da biodiversidade funcional pode-se obter um balanço entre pragas e predadores, de modo a que o sistema não sofra grandes danos econômicos. Inimigos naturais não são afetados por substâncias químicas e sua população torna-se importante no controle natural de insetos e outros organismos potencialmente considerados “pragas”.

A biodiversidade funcional pode ser entendida de outras formas, por exemplo, como plantas para a geração de biomassa para o aumento da fertilidade, espécies produtoras de alimento para abelhas, plantas atrativas, plantas repelentes, plantas descompactadoras do solo, plantas que constituem reservas de água, espécies fixadoras de nitrogênio, fauna dispersadora de sementes ou espécies polinizadoras, plantas espontâneas para cobertura manejada do solo, plantas para forragem, árvores próprias para formar sombra, espécies com objetivo de gerar madeira, etc..

Estresses hídricos são assimilados com menos impacto negativo quando temos uma grande diversidade de elementos em um agroecossistema. Particularmente, no tocante à agrobiodiversidade, isto fica claro. Materiais genéticos chamados “crioulos”

constituem um legado ainda não completamente destruído, que é resultado de muito tempo de coevolução. Eles trazem em sua carga genética uma série de características de resistência à seca, a inundações, ao frio, a solos pobres, ácidos ou salinos e a outras condições limite e perturbações ecológicas severas. Portanto, produzem melhor que os materiais chamados “melhorados” em condições ecológicas e econômicas mais limitadas.

As variedades denominadas “de alto rendimento” (hoje os materiais híbridos e transgênicos) dependem de uma gama de condições físicas e econômicas (“pacotes tecnológicos” à base de agroquímicos e de um arsenal de insumos e equipamentos) para manifestar sua produtividade. Para este modelo, as perturbações ecológicas e econômicas, cada dia mais frequentes, aumentam grandemente o risco de perdas na produção. Sistemas ricos em agrobiodiversidade demonstram desse modo sua contribuição em termos de resiliência, seja ela considerada no âmbito produtivo, como em termos mais abrangentes de resiliência social.

A economia intrínseca das agroflorestas

A agricultura familiar tem vivido através de décadas a pressão da modernização conservadora brasileira (inovação tecnológica sem reforma agrária). Viver uma vida camponesa em meio a um avassalador movimento “modernizador” tem sido uma verdadeira arte e uma prova de resiliência social dos agricultores familiares brasileiros. Os mercados, sempre vangloriados como a grande solução, são ambientes de risco para os agricultores. Por isso estes apostam cada vez mais em alternativas de produção e vida que mantêm a maior autonomia relativa possível em relação à economia externa. Relacionam-se como o mercado de forma dialética, ora participando, ora retendo estoques, ora consumindo internamente os produtos gerados.

Outro aspecto econômico diz respeito ao custo de produção e à renda líquida. Hoje um hectare de monocultivo rende financeiramente muito pouco (pois tem um alto custo de produção) e somente sua grande escala, calcada na propriedade da terra, possibilita sua sobrevivência e virtual “lucratividade”. Além disso, não têm perspectiva de sustentação em longo prazo, visto a expectativa de esgotamento dos principais recursos que hoje os sustentam.

Sabe-se que o camponês brasileiro é caracterizado pela posse de pouca terra e pela baixa capacidade de investimento financeiro. Por isso, a agroecologia, por ter como princípio a melhoria da renda dos agricultores – ao subtrair ou os insumos industriais pelos efeitos da biodiversidade e dos manejos ecológicos dos sistemas – torna-se uma alternativa cada vez mais viável. A agricultura convencional tem 60 a 80% do seu custo de produção representado por fertilizantes, agrotóxicos e congêneres. Ao não utilizar os insumos citados, os sistemas agroecológicos apresentam claras vantagens do ponto de vista econômico, a ponto de que, mesmo quando eventualmente viessem a produzir menos, ainda assim seu saldo financeiro frequentemente seria melhor do que o do monocultivo.

A resiliência pode ser notada então também na forma de estabilidade de entradas financeiras. Os produtos agroflorestais, pela sua variação e diferentes épocas de produção e colheita, proporcionam rendas financeiras mais continuadas, com menos sazonalidade. Por este motivo, estabilidade financeira da família é uma importante componente da resiliência social. Não se trata somente de auferir maiores rendas, mas de manter diversas entradas de recursos monetários distribuídas no ano. Isso é garantido pela própria diversidade de cultivos e criações no seu sistema biodiverso, possibilitando um “conforto” não habitual quando o agricultor depende do monocultivo.

Segurança alimentar familiar e social

Em nosso trabalho vivenciamos relatos diversos sobre a melhoria da dieta das famílias dos agricultores. Eles também, de certa forma, em certo período reduziram seus cultivos tradicionais por pressão do modelo modernizador. Com o desenvolvimento gradual das parcelas de agrofloresta nos seus sítios, os agricultores hoje avaliam que a alimentação da família ficou mais diversificada e mais equilibrada nutricionalmente, com a inclusão de mais frutas, sucos, cereais e processados caseiros.

Os chamados “quintais agroflorestais” têm mostrado seu importante papel na segurança alimentar direta das famílias. Além das agroflorestas planejadas para escala maiores, observam-se frequentemente áreas junto às moradias, sistemas mistos que combinam hortas, criação de pequenos animais, fruteiras, árvores de sombra, plantas alimentícias não convencionais, plantas aromáticas e medicinais, composteiras, estufas, minhocários, entre outros elementos. Isso dá a medida da valorização ainda existente (“resiliente”) da cultura da diversidade e da sua funcionalidade para a manutenção digna das famílias.

Na medida em que as novas agroflorestas vão tomando forma e produzindo resultados, há uma ampliação da lógica dos quintais. Inspiradas nos quintais agroflorestais ou amparadas por assessoria de organizações sociais, muitas famílias propõem-se a aumentar a escala de produção e torna-se assim possível a comercialização no mercado e a retenção de uma importante renda financeira. Estendendo ainda mais esse cenário, podemos projetar os impactos positivos das agroflorestas na segurança alimentar de uma comunidade ou região inteira, em um movimento claro em direção à resiliência social mais ampliada.

Mudanças climáticas

Já há alguns anos a questão das mudanças climáticas vem sendo debatida e as evidências de organismos do maior crédito, como por exemplo, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC, dão conta de que elas afetarão fortemente a agricultura, a sua produtividade e a própria possibilidade de permanência do homem no campo (IPCC, 2014).

Nichols et al. (2015) resumem a situação das mudanças climáticas em relação à agricultura da seguinte maneira: “a) a agricultura é a atividade humana mais vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, devido à forte dependência do suprimento adequado de água e temperatura, além da necessidade de um delicado balanço atmosférico de gases como o dióxido de carbono e metano; e b) as mudanças climáticas e a segurança alimentar mundial são fenômenos indissociáveis”.

Levando em conta que a agricultura mundial se organiza sobre uma biodiversidade e uma agrobiodiversidade extremamente restritas, a fragilidade dos monocultivos frente ao problema do agravamento das condições climáticas se torna evidente. Deste modo, as práticas agroecológicas que mantêm o estoque e a qualidade dos recursos produtivos, associadas ao aumento sensível da diversidade, são as estratégias mais adequadas para enfrentar as mudanças climáticas. Não se trata apenas de mitigá-las, mas sim de inverter a lógica que as produz, em resumo, o monocultivo agroquímico.

Segundo Cabell e Oelofse (2012), citados por Nichols et al. (2015), os sistemas agroecológicos têm uma “diversidade de resposta corresponde às variadas reações às mudanças ambientais promovidas por espécies que exercem as mesmas funções no ecossistema. Um agroecossistema que contém alto grau de diversidade de resposta será mais resiliente a vários tipos e graus de choques”.

O conhecimento tradicional ainda resguardado pelos agricultores familiares e camponeses é, nesse contexto, também elemento fundamental para a resiliência, no que toca às mudanças climáticas (ROGÉ et al., 2009). Guyot, Faleiros e Gandara (2015) ressaltam igualmente esta virtude, mesmo considerando um campo onde ainda há muito o que conhecer. Segundo estes autores, “há muito conhecimento dentre os (as) agricultores (as) familiares sobre como lidar com situações climáticas adversas e esses conhecimentos certamente são mais valiosos para o enfrentamento às mudanças no clima que os conhecimentos ou fórmulas elaborados de forma descontextualizada ou desconectados das realidades locais”.

Corroborando com esta perspectiva, Nichols et al (2015) afirmam que “as comunidades tradicionais costumam reproduzir um conjunto diversificado de condições sociais e ecológicas que lhes proporciona capacidade de reação às mudanças climáticas. Já as propriedades de grande porte demonstram possuir baixa capacidade de reação, uma vez que o tecido social foi rompido nas regiões em que elas predominam”.

Assim, tanto o conhecimento ancestral de manejo equilibrado dos agroecossistemas, gerado no longo processo de coevolução do homem com a natureza, como as novas experiências de produção econômica em ambientes produtivos diversificados, trazem respostas afirmativas ao problema das mudanças climáticas, desde o âmbito da agricultura. Agroflorestas sintetizam, de forma racional estas duas perspectivas que, aliás, se entrelaçam de forma indissociável.

Considerações finais

Os aspectos levantados sobre a relação dos sistemas biodiversos, em especial as agroflorestas, com a resiliência social são muitos. Neste escrito a intenção foi a de levantar e discutir brevemente alguns deles. É importante notar que os aspectos abordados, entre outros não aqui desenvolvidos, guardam entre si uma articulação implícita, uma lógica de metabolismo social orientado à reprodução social das famílias rurais. As agroflorestas, por oferecerem tantas alternativas, acabam por imprimir nova configuração de paisagem, novas formas de fazer e valorizar a agricultura e uma nova maneira de ver o mundo.

Não reputamos, entretanto, às agroflorestas a responsabilidade de “mudar o mundo”. A resiliência social, muitas vezes atestada pela capacidade dos agricultores familiares e camponeses de se manterem no campo frente a grandes adversidades e riscos, não indica que possamos restringir a solução da questão climática à iniciativa dos agricultores. A situação deve ser superada por ações políticas mais amplas. Políticas públicas que apoiem a diversificação e os sistemas complexos de produção agropecuária são fundamentais para fortalecer a resiliência social na agricultura de pequeno porte, amplificando seu potencial para o equilíbrio climático. Abramovay e Morelo (2010) colocam, nesse sentido, que os anos recentes têm sido “marcados por estudos e formulação de políticas que procuram colocar em realce um conjunto de funções e atividades que representam um grande potencial para diversificar as bases produtivas das sociedades rurais”.

Inúmeras mudanças nos ambientes sociais, econômicos e políticos são assim requeridos. O autocontrole dos recursos básicos da produção, a terra, a água e os recursos genéticos, deve ser mantido sob a tutela das famílias. A reforma agrária, hoje tão desprestigiada politicamente, continua sendo fundamental para permitir isto. Deve ser logicamente acompanhada de uma constelação de outras políticas que convirjam para o foco da resiliência social nomeio rural.

Quando vemos como as agroflorestas se “encaixam” de maneira exemplar nas condições ecológico-econômicas reais dos agricultores e no seu modo de vida, podemos avalizá-las como ferramentas poderosas para a mudança para uma agricultura de fato sustentável. A resiliência interna dos sistemas biodiversos tem grande potencial de refletir-se na resiliência ampliada.

Referências

- ABRAMOVAY, R.; MORELLO, T. F. A democracia na raiz das novas dinâmicas rurais brasileiras. In: INTERNATIONAL CONFERENCE DYNAMICS OF RURAL TRANSFORMATIONS IN EMERGING ECONOMIES, 2010, New Delhi, India. **Anais...** New Delhi, India, 2010.
- ALTIERI, M. A. **The scaling up of agroecology**: spreading the hope for food sovereignty and resiliency. Medellín: SOCLA, 2012. 20 p.
- ALTIERI; M. A.; NICHOLLS, C. **Diseños agroecológicos para aumentar la biodiversidad**

- de entomofauna benéfica em agroecossistemas.** Medellín: SOCLA, 2010. 83 p.
- BEETS, W. C. **Raising and sustaining productivity of small-holder farming systems in the tropics.** Alkmaar: AgBE, 1990. 738 p.
- BERNARD, B. Applications of resilience: possibilities and promise. In: GLANTZ, M.; JOHNSON, J. (Ed.). **Resilience and development: positive life adaptations.** New York: Plenum, 1999. p. 269-277.
- CANUTO, J. C.; URCHEI, M. A.; CAMARGO, R. R. C. de. Conhecimento como base para a construção de sistemas agrícolas biodiversos. In: CANUTO, J. C. (editor técnico) **Sistemas Agroflorestais: experiências e reflexões.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. 216 p.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. 654 p.
- _____. Economic and ecological factors in designing and managing sustainable agroecosystems. In: EDENS, T. C.; FRIDGEN, C.; BATTENFIELD, S. L. (Ed.). **Sustainable agriculture & integrated farming systems.** East Lansing: Michigan State University, 1985, p. 56-63.
- GUYOT, M. S. D.; FALEIROS, K. S.; GANDARA, F. B. **Agroecologia e resiliência às mudanças climáticas na agricultura familiar: estudo de caso no Semiárido da Bahia.** Piracicaba, SP. 2015. 134p.
- HOANG, L. T.; ROSHETKO, J. M.; HUU, T. P.; TIM PAGELLA, T.; MAI, P. N. The Most Resilient Farming System for the Hilly Northwest of Vietnam. **International Journal of Agriculture Systems**, v. 5, Issue, 2017.
- HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1-23, 1973.
- INFANTE, F. A resiliência como processo: uma revisão da literatura recente. In: MELILO, A.; OJEDA, E. N. S. (Orgs.), **Resiliência: descobrindo as próprias fortalezas.** Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 23-38.
- IPCC-INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability.** IPCC Special Report, 2014.
- KAPLAN, H. Toward an understanding of resilience: A critical review of definitions and models. In: GLANTZ, M.; JOHNSON, J. (Ed.). **Resilience and development: positive life adaptations.** New York: Plenum, 1999. p. 17-84.
- NAIME R. **O princípio das propriedades emergentes.** Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2011/04/12/o-principio-das-propriedades-emergentes-artigo-de-roberto-naime/>>. Acesso em: 30 ago. 2017.
- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SALAZAR, A. H.; LANA, M. A. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas. **Agriculturas: experiências em agroecologia. Caderno de Debates**, n. 2, 2015.
- ROGÉ, P.; FRIEDMAN, A.; ALTIERI, M.; ASTIER, M.; SÁNCHEZ-ESCUADERO, J.; SANTOS, J. L.; CORDOVA-GAMEZ, G. Adaptação à variabilidade climática dos agroecossistemas tradicionais em Oaxaca, México. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.

RUTTER, M. Resilience: Some Conceptual Considerations. In: CONFERENCE ON FOSTERING RESILIENCE, 1991, Washington D.C. **Proceedings...** Washington, D.C., 1991.

VINCENTI, R. D. Conceptos y relaciones entre naturaleza, ambiente, desarrollo sostenido y resiliencia: caminando por una América Latina en transformación. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideo. **Anales...** Montevideo: Universidad de la República, 2009.



A INCLUSÃO DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NOS PROCESSOS DE REDUÇÃO DE DESASTRES: UMA ABORDAGEM REFLEXIVA

Tabita Teixeira¹

Diego Fernando do Nascimento²

Introdução

A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999, regulamentada pelo Decreto nº 4.281/2002) contempla em seus primeiros artigos que o processo de educação ambiental se desenvolve tanto individual quanto coletivamente, devendo ser permanente e articulada para que a sociedade possa melhorar a qualidade de vida e promover a sua sustentabilidade. Ela deve transitar tanto no campo formal quanto no não-formal, não devendo excluir nenhum grupo ou sujeito de seus processos. Em resumo, todos têm o direito à educação ambiental e se tornarem atores socioambientais de suas próprias realidades, incluindo as pessoas com deficiência. Salientamos que não temos pretensão em discutir neste artigo qual o termo correto para tais pessoas, pois cabe consultar primeiramente o grupo em que for se trabalhar, no entanto, escolhemos tal nomenclatura de acordo com o que é empregado na legislação vigente do país e indicado pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde – PNS (IBGE; MMA) de 2013, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde, 6,2% da população brasileira possui algum tipo de deficiência entre auditiva, visual, física e intelectual. As pessoas com deficiência aqui mencionadas neste artigo são aquelas que possuem algum “impedimento” ou “limitação” física, sensorial, mental

1 Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Fatec Jaú (2012). Especialista em Educação Ambiental para a Sustentabilidade (2015). Mestranda profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais da USP. Técnica do Instituto Pró-Terra, Diretora Cultural da ASJA – Associação dos Surdos de Jaú e Região e Educadora do curso semi-presencial de Licenciatura em Ciências da USP - Polo de Jaú - SP. E-mail: tabitateixeira@gmail.com

2 Tecnólogo em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Fatec Jaú (2011). Licenciado em Ciências pela USP – Polo Jaú (2017). Mestrando profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais da USP. Educador do curso semi-presencial de Licenciatura em Ciências da USP – Polo Jaú - SP. E-mail: diegofernandodonascimento@gmail.com

ou intelectual, as quais a própria sociedade acaba obstruindo sua participação plena e efetiva nos processos e tomada de decisões conjuntas para toda uma comunidade ou população. Na realidade, os “impedimentos” que observamos são com o olhar mais clínico, na área da saúde, preconceituosos ou devido à falta de conhecimento, e as “limitações” são na verdade barreiras estruturais e comunicativas, as quais os estudos e as tecnologias de hoje contribuem para ultrapassá-las.

O contato com essas pessoas, seus familiares, as comunidades que estão inseridas e as instituições que as atendem são importantíssimas para fortalecerem as políticas públicas e a desenvolver ações de cuidados com o meio ambiente, incluindo também na gestão e prevenção dos riscos de desastres socioambientais. Além da resiliência ambiental, cabe destacarmos a resiliência humana, conceito este interdisciplinar tanto do campo da psicologia quanto de outros conhecimentos, onde podemos defini-la, segundo Barlach (2005), como a capacidade de um indivíduo ou coletivo em lidar com riscos e problemas psicossociais que estão inseridos, vencer os obstáculos e não cederem às pressões sociais, através da construção de processos e soluções criativas para transformarem as situações desfavoráveis e ao mesmo tempo se transformarem. Segundo a mesma autora, é uma luta constante, mas sua construção permite o enfrentamento da adversidade e possibilidades às condições humanas e também ambientais, as quais estas vêm ganhando atualidade à medida que aumentam os desastres ambientais e impactos sociais, como fome, violência e discriminações de minorias.

A percepção ambiental varia em cada indivíduo para o mesmo objeto ou meio, pois cada um é influenciado pelos seus órgãos sensoriais, pelos próprios interesses - conhecimento, cultura, ética e postura - e pela vivência naquele ambiente (PALMA, 2005). Logo, sua interação e postura irão variar de acordo com as pressões socioambientais que o aflige. A construção dessa relação do ser humano com o meio ambiente através da educação ambiental permite o enfrentamento do mesmo aos problemas de sua realidade, promovendo coletivamente soluções políticas, econômicas, sociais e ambientais (PALMA, 2005; HÖHER; PERES, 2012). Desta forma, a participação das pessoas com deficiência se torna necessária também nos processos de prevenção e de intervenção de riscos socioambientais.

A ONU aprovou em Março de 2015 o Marco de Sendai 2015-2030, importante documento que trata sobre a redução de risco de desastres. Em suas primeiras páginas é feita uma análise relacionada ao seu antecessor, o Marco de Ação de Hyogo 2005-2015, verificando a necessidade de uma abordagem mais ampla e que seja centrada nas pessoas, destacando o governo em envolver as partes interessadas, inclusive as pessoas com deficiência.

Devido a urgência em se discutir a inclusão das pessoas com deficiência nas políticas públicas e na promoção de suas ações para o enfrentamento de impactos socioambientais, este artigo trará uma abordagem mais reflexiva sobre o tema proposto, para que se coloquem em prática iniciativas participativas com tais pessoas em estudos e ações de redução de risco de desastres socioambientais.

Participação e representação das pessoas com deficiência na gestão pública

A participação está diretamente ligada à democracia, em sua descentralização e deliberação relacionada à esfera pública, e é por meio dela que os membros da sociedade civil podem influenciar nas decisões do poder público (JACOBI, 2005; RIBEIRO, 2007). A partir da participação, os seres humanos podem ser livres e autônomos, estando presentes nas decisões que influenciarão o seu cotidiano, participando do gerenciamento dos locais de bem comum. A participação não é estática, um momento no tempo. Para Jacobi (2005) ela é um processo contínuo de democracia e dentre os objetivos está o de tomar parte na elaboração de projetos e programas para o bem comum, assim como promover iniciativas a partir destes. Para uma sociedade ser democrática é preciso oferecer formas para que a mesma possa participar na gestão pública.

Ao se falar em participação nas questões ligadas a defesa civil, cabe destacar o Conselho Nacional de Defesa Civil e os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs), ambos criados pelo Decreto nº 5.376/2005. Esse decreto estabeleceu o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) e o já citado conselho. Tal conselho foi classificado como o órgão superior do SINDEC e os NUDECs como centro de reuniões e debates a nível municipal. Outro órgão relacionado com a participação popular são as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECs), que tem como uma de suas atribuições a de promover a participação e mobilização das comunidades e da população, inclusive deve auxiliar na criação das NUDECs.

Em 2012 houve uma atualização na legislação em relação à defesa civil, pois foi criada a Lei nº 12.608/2012 que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, havendo algumas alterações, como a do conselho, que passou a ser chamado de Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC). Além deste conselho, a PNPDEC tem como diretriz a participação da sociedade civil, que deve ser estimulada pelos municípios. Porém, assim como aponta Almeida (2015), não é claro como a participação deve ser estimulada e efetivada.

Deste modo, sem definições claras de como deve ocorrer à participação e sem o estímulo ela virá algo deficitário, já que os mecanismos em que as pessoas poderiam atuar democraticamente ficam indefinidos ou inexistentes. Neste caso haverá ausência de representações, já que vários grupos ficarão de fora do processo democrático e de gestão pública.

Quando pensamos na participação das pessoas com deficiência nas esferas de democracia e gestão, observamos que a situação fica ainda mais difícil, pois tais pessoas são discriminadas e muitas vezes impedidas de atuarem plenamente na sociedade, uma vez que não se reconhecem seus potenciais e capacidades de serem agentes de transformação. No Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), além do direito a educação inclusiva em todos os níveis e aprendizado e o acesso à informação e comunicação, cabe ao poder público promover a sua participação nas

questões políticas, proporcionando igualdade e as mesmas oportunidades dos demais cidadãos, logo as organizações e conselhos devem possuir seus representantes para a tomada de decisões. Muito se está previsto nas legislações brasileiras, mas poucas são colocadas em prática.

Um dos princípios norteadores do Marco de Sendai 2015-2033 é a compreensão de que a sociedade deve se engajar e cooperar. O texto destaca também a importância da participação inclusiva, não-discriminatória, acessível. Para isso é preciso levar em conta as diversas perspectivas como as de idade, gênero, cultura e deficiência e também dar atenção especial para o trabalho voluntário organizado. O documento destaca a importância do empoderamento, pois considera importante que mulheres e pessoas com deficiência liderem ações públicas e promovam abordagens com igualdade de gênero e acesso universal.

No caminho democrático precisamos abrir portas para a participação, compreendendo que é preciso buscar meios de acessibilidade para que todos os cidadãos e setores da sociedade possam ter seu espaço e representação. Essa jornada deve ser inclusiva, deste modo, os mecanismos de participação, além de serem estimulados, devem ser pensados e repensados para atender as pessoas com deficiência.

A democratização do acesso e as adaptações na comunicação e na informação para as pessoas com deficiência

Toda abordagem referente a redução de risco de desastres socioambientais deve ser informada, divulgada e atualizada, devendo ser de fácil acesso e de compreensão e agregando tanto os conhecimentos científicos quanto os tradicionais, incluindo às pessoas com deficiência (UNISDR, 2005 e 2015). Estas são destacadas no Marco de Sendai 2015-2033 como fundamentais tanto para as avaliações do risco de desastres quanto na implementação de seus planos, devendo ser adaptados aos princípios do design universal.

Os acessos à informação e à comunicação também são direitos das pessoas com deficiência, assim como o de qualquer outro cidadão, seja por meio impresso, digital, oral, escrito, entre outros. Neste caso, devemos incentivar a produção e edição em formatos adaptados a essas pessoas, uma vez que cada grupo possui características específicas que irão influenciar na abordagem do material, como por exemplo para cegos e surdos. Tal acesso também é tratado no Estatuto da Pessoa com Deficiência.

A deficiência visual é a mais representativa no País, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE; MMA, 2013), formando 3,6% da população, constituindo essa porcentagem entre cegos e aqueles que possuem baixa visão. A *Braille*, oficializada pela Lei Federal nº 4.169/1962, é um sistema de escrita e leitura voltada para este público, a qual possui 64 caracteres em relevo que permitem serem decodificados ao toque das mãos, conforme ilustra a Figura 1. Tal recurso se mostra importantíssimo

para a leitura autônoma desses sujeitos, possibilitando o seu acesso as informações do espaço em que estão inseridos, como placas de aviso, e as obras literárias, culturais e científicas, devendo ser desta forma utilizada também na difusão de informações e conhecimentos sobre os riscos de desastres socioambientais.

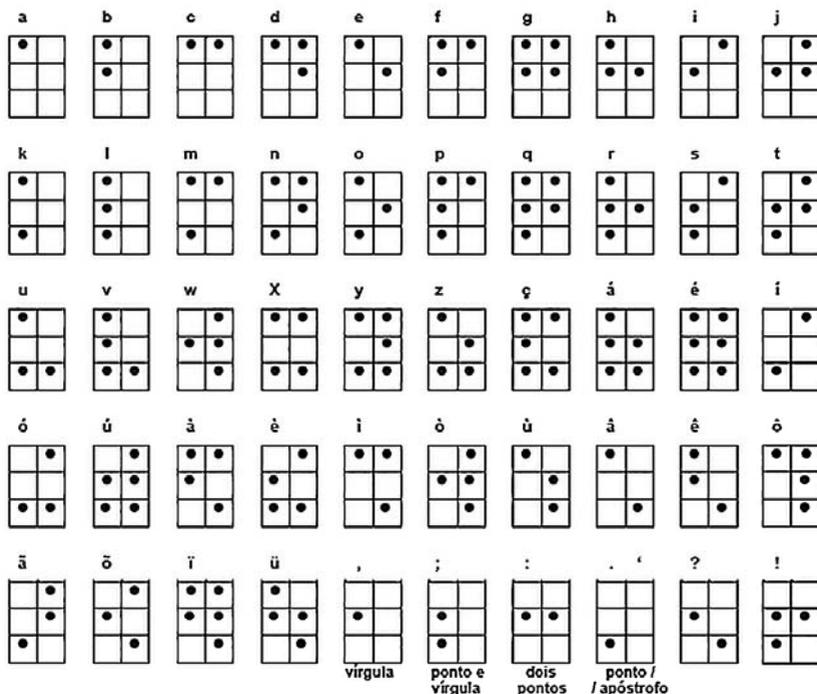


Figura 1. Alfabeto Braille e algumas pontuações

Fonte: www.apadev.org.br

Outra ferramenta que pode ser utilizada na comunicação com os cegos quanto à prevenção de desastres seria o áudio, como o rádio, aparelhos sonoros de alarme e a áudio descrição de informações em CDs – no caso da escrita - e leitor de tela para a Internet – para arquivos digitais. No caso dos surdos, tais instrumentos não são aconselhados, devendo ser planejada outra forma de abordagem.

As pessoas com deficiência auditiva representam 1,1% da população brasileira, possuindo diversos graus de surdez (IBGE; MMA, 2013). Deve-se ressaltar que nem todos os surdos possuem ou utilizam aparelhos auditivos, são oralizados - ou seja, sabem falar o idioma português - ou sabem ler e escrever em português. Muitos surdos utilizam a Língua Brasileira de Sinais (Libras), a qual é reconhecida legalmente como meio de

comunicação e expressão pela Lei nº 10.436/2002, regulamentada pelo Decreto nº 5.296/2004. A Libras é uma língua visual-espacial, com estrutura gramatical própria – morfologia, sintaxe e semântica - e faz parte da cultura e da identidade dos surdos. Muitas Associações de Surdos no País tem o papel de preservarem e propagarem essa língua para as presentes e futuras gerações. O seu uso possibilita com que o sujeito transmita ideias, emoções e pensamentos, permitindo explicar, dialogar e construir novos conhecimentos como em qualquer outra língua. Vale destacar que assim como o português falado possui suas “gírias” em diversas regiões brasileiras, alguns sinais em Libras podem também sofrer alterações de uma cidade para a outra.

Dessa forma, a Libras se torna necessária para a comunicação ao se trabalhar com esse público, por isso, deve-se possuir em qualquer ação ou intervenção um Intérprete de Libras para auxiliar tanto na sua elaboração quanto durante o desenvolvimento das atividades. Em caso de mídias digitais, a utilização de imagens, figuras e vídeos podem facilitar o entendimento de algumas informações que estariam disponíveis apenas em português. Disponibilizar em páginas da Internet vídeos em Libras traduzindo o conteúdo em português também auxilia os usuários surdos. Quando se utilizam vídeos orais como ferramentas de informação e que não sejam possíveis acrescentar a janela do intérprete no canto inferior do mesmo, recomenda-se nesse caso o uso de legendas em português. No caso da temática da redução do risco de desastres ambientais, conhecer previamente os sinais em Libras existentes de algumas palavras-chave em português relacionadas ao meio ambiente, condições climáticas, dentre outras podem facilitar também a comunicação, principalmente ao abordar conceitos socioambientais com os surdos, como seguem alguns exemplos na Figura 2.





Fotos: Tabita Teixeira

Figura 2. Sinais em Libras de palavras relacionadas às condições climáticas e desastres naturais

Até o momento foram apresentados alguns cuidados que se devem tomar ao se comunicar com cegos e surdos. O ideal seria entrar em contato previamente com profissionais da área, associações e instituições que atuam junto às pessoas com deficiência para poder desenvolver materiais comunicativos e informativos específicos para cada público.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência também ressalta a importância da pesquisa, do desenvolvimento e da difusão de tecnologias que possibilitem a ampliação e o acesso a informação e a comunicação, as quais podemos chamá-las de TICs. Tal recurso tecnológico permite além da democratização das informações a autonomia no aprendizado dessas pessoas.

Para Pereira e Silva (2009), as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são diversos recursos tecnológicos constantemente atualizados para atenderem

a sociedade e compartilhem seus conhecimentos. Elas podem contribuir para o desenvolvimento local, à qualidade de vida, para melhorias nos setores públicos e privados e na ampliação da cidadania. Podemos citar como exemplos de TICs do nosso cotidiano os *hardwares*, *softwares* e a própria Internet.

Vale ressaltar que a acessibilidade digital não implica somente no acesso a seu uso, mas também na forma de tratamento adequado e na disponibilização de suas informações aos seus usuários. Portanto, ela também deve ser bem planejada quando for utilizá-la com e para as pessoas com deficiências.

Inclusão nas ações e práticas de redução de riscos de desastres socioambientais

No Relatório Mundial Sobre a Deficiência de 2012, apontam alguns fatores socioambientais que restringem a participação das pessoas com deficiência, como:

- Políticas públicas não claras de educação inclusiva e padrões inadequados quanto ao acesso em ambientes físicos;
- Crenças e preconceitos;
- Financiamento inadequado quanto a implementação de políticas e planos;
- Falta de acesso ao transporte e de informações;
- Falta de consulta e envolvimento nos processos decisórios que estão diretamente ligados as suas vidas.

Desta forma, para melhor efetividade nas ações e práticas de redução e riscos de desastres, deve-se levar em consideração a participação das pessoas com deficiência. As mesmas podem e devem ser membras ativas auxiliando no planejamento e nas ações de grupos voltados a esse tema. Portanto, a inclusão das pessoas com deficiência em todos os processos da vida cotidiana representa a possibilidade de emancipação das mesmas. A emancipação pode ser entendida sob dois conceitos: liberdade e autonomia (LOUREIRO, 2005). Segundo o mesmo autor, liberdade significa ser livre, que dentre outras coisas é se libertar de preconceitos de qualquer forma, já autonomia é ter possibilidades de escolhas, sem que haja dependência ou imposição de terceiros.

Cabe ressaltarmos que as ações e práticas mencionadas nesse artigo não estão incluindo as assistencialistas, visto que essas se referem a outras questões. O que se espera demonstrar nessa discussão é o incentivo as práticas de inclusão social. Para isso é necessário que todos os órgãos relacionados ao tema e seus membros estejam preparados, fazendo as adequações necessárias para garantir o direito à igualdade de oportunidade conforme defendido em lei.

Não se espera definir como as ações de mobilização e participação devam ocorrer, mas incentivar a reflexão e a realização dessas ações de inclusão social. Temos em nosso País diversos contextos, portanto cada localidade possui sua realidade e pode se organizar da forma que lhe for mais conveniente. Porém, as orientações legais devem ser

seguidas, além disso, é importante o contato e diálogo com as pessoas com deficiência, tanto individualmente quanto através das entidades que lhes representam. Dessa forma, o esquema a seguir sintetiza algumas etapas que podem ser desenvolvidas para que as pessoas com deficiência possam participar em ações coletivas.

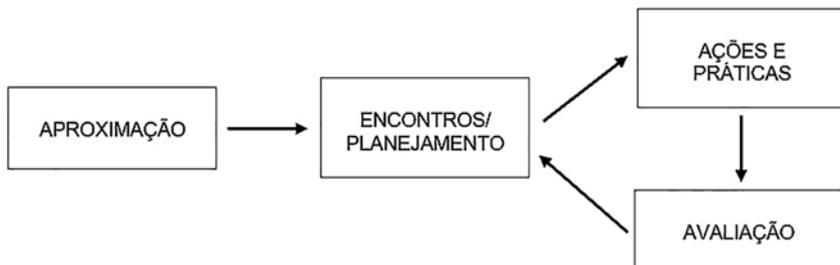


Figura 3. Etapas para a inclusão de pessoas com deficiência nas ações coletivas de redução de riscos de desastres

Com base na Figura 3, sugerimos a primeiro momento que ocorra uma **aproximação** das instituições, órgãos ou grupos promotores de ações de Redução de Riscos de Desastres com as pessoas deficientes, com o objetivo de trazê-las para as ações de participação popular. Essa aproximação pode ser feita por um contato direto com essas pessoas, seus familiares, profissionais que atuam junto a elas ou então em instituições representantes, convidando-as a estarem presentes no planejamento e na realização das ações e práticas de redução de riscos de desastres. O mais importante nessa etapa é conhecê-las pessoalmente e convidá-las para a ação que se deseja realizar, não lhes fazendo apenas uma visita, mas quantas forem necessárias. As Instituições e Associações são ótimos espaços para conhecer seus integrantes, funcionários e a realidade das pessoas com deficiência, onde se promove o diálogo, projetos, eventos e o compartilhamento de sua cultura.

Após a aproximação é preciso estar preparado para recebê-las. Sendo assim, espera-se que os espaços de **encontros para o planejamento** das ações de redução de riscos de desastres sejam adequados para receberem tais pessoas. Toda a sua infraestrutura e o atendimento devem ser adaptados, como a existência de rampas de acesso, banheiros acessíveis, intérpretes de Libras etc. A forma de comunicação com os participantes – termos e conceitos técnicos, imagens, som e escrita -, os materiais e os aparelhos eletrônicos que serão utilizados também devem ser analisados e bem planejados antes dos encontros, devendo ser consultado e acompanhado por especialistas da área. O transporte e todo o trajeto até o local de encontro também devem ser pensados.

As definições das **ações e práticas** a serem realizadas variam de acordo com cada participante e sua percepção ambiental, portanto cada espaço terá seus próprios diálogos, possibilitando uma variedade de perspectivas que auxiliarão na redução de

riscos de desastres. Todas as atividades programadas devem ser pensadas na segurança e bem-estar dos participantes. Ressaltamos que cada pessoa possui uma ou várias habilidades extraordinárias que poderão contribuir com as ações, por isso é importante explorar na etapa anterior as potencialidades de cada participante e qual será o seu papel na prática, incentivando a sua autoestima e promovendo a sua independência.

A **avaliação** é uma etapa importantíssima, pois muitas ações não possuem continuidade e o retorno para a comunidade inserida, por isso a avaliação coletiva permite verificar o que deu certo, os problemas encontrados e a propor novas soluções para novas práticas. Por isso ela deve ser cíclica e periódica, para que os grupos possam se encontrar novamente e continuar com as ações de prevenção de risco de desastres.

Para complementar, destacamos a seguir metodologias que permitem à mobilização e a participação em comunidades para desenvolverem estudos e ações voltadas às questões socioambientais, as quais também podem ser desenvolvidas com pessoas com deficiência.

A primeira que podemos citar seria a Pesquisa-ação, a qual Thiollent (2003) a define como uma pesquisa social com base empírica agregado ao conhecimento científico, cujo trabalho é desenvolvido diretamente em conjunto com o público por meio da resolução de problemas reais vivenciados pelo mesmo, os quais são discutidos e avaliados entre os participantes e pesquisadores para a produção do conhecimento coletivo e a realização de ações efetivas quanto às questões socioambientais. Tal metodologia tem o caráter multidisciplinar, promovendo reflexões críticas para a transformação da realidade e emancipação dos participantes. No entanto, salientamos que é mais trabalhosa e leva mais tempo para ser concretizada.

Outra metodologia é a Pesquisa Participante, a qual, segundo Brandão (2005), também parte de uma realidade socioambiental concreta do próprio grupo que será trabalhado para a construção coletiva do conhecimento. Eles não são investigados, mas participam da pesquisa também, sendo incentivados ao desenvolvimento da sua autoconfiança para solucionar e produzir algo em prol da comunidade em que estão inseridos.

O Biomapa é outra ferramenta que pode ser utilizada como diagnóstico participativo de um local ou comunidade, construindo coletivamente um mapa com os aspectos mais relevantes da realidade socioambiental local (INSTITUTO ECOAR PARA A CIDADANIA, 2008). Nesse tipo de levantamento, os participantes refletem as potencialidades e os riscos que estão sujeitos nesse espaço, tornando o mapa final um instrumento de planejamento para futuras ações de redução de risco de desastres, por exemplo.

Uma iniciativa que podemos citar como exemplo de inclusão social nas ações é o curso de “Agentes Voluntários de Defesa Civil – Inclusão e Prevenção” realizada em 2006 pelo Departamento Geral de Ações Comunitárias (DGAC), órgão este que faz parte da Secretaria de Estado da Defesa Civil do Rio de Janeiro. Tal projeto piloto fora desenvolvido no Colégio Estadual Equador em Vila Isabel, atendendo 40 alunos surdos da escola, todos adultos, os quais realizaram o curso dividido em quatro módulos: noções básicas de defesa

civil, prevenção ao combate a incêndios, primeiros socorros e preservação ambiental. A finalidade do projeto foi a capacitação desses alunos surdos para a autodefesa e ajuda às pessoas que estivessem em situações de emergências, promovendo assim a autoestima desse grupo (ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, 2006).

Iniciativas como essa ainda são poucas no país, demonstrando que o Brasil carece de ações de inclusão social, ambiental e de acessibilidade. Sendo esse um desafio que precisa ser superado.

Considerações

A Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes, aprovada em 1975 pela Assembleia Geral da ONU, serviu como base comum de referência para as demais nações criarem instrumentos e medidas que promovessem o mesmo direito civil e político às pessoas com deficiência. Desde então, muitos encontros internacionais foram realizados para se discutirem tais questões. A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, realizada em Nova Iorque em 2007, foram ratificadas pelo Brasil em 2008, obtendo equivalência de emenda na nossa Constituição. Seu Artigo 12 assegura a proteção e a segurança das pessoas com deficiência que se encontram em situações de riscos sociais e de desastres naturais.

Dessa forma, devemos ir além da oferta de ajuda e de cuidados para com as pessoas com deficiência, oferecendo-lhes oportunidades para participarem de todos os processos políticos e sociais, desde o planejamento, a comunicação e informação, capacitação e ações que visem a prevenção dos riscos de desastres socioambientais em sua comunidade. Portanto, este artigo não coloca um ponto final em suas discussões. Ao contrário, abre espaço para novos diálogos e para que se promova a participação democrática e igualitária das pessoas com deficiência em espaços públicos e privados, permitindo assim que se transformem os pequenos grupos para a construção coletiva de sociedades mais sustentáveis no futuro.

Referências

ALMEIDA, P. E. G. de. A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: os desastres como problema político. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA E POLÍTICA, 1. 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. p. 1-22. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/sicp/wp-content/uploads/2015/09/ALMEIDA-Paula-Em%C3%ADlia-G.-A-Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Prote%C3%A7%C3%A3o-e-Defesa-Civil-desastres-como-um-problema-pol%C3%ADtico.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. **Projeto da defesa Civil contempla deficientes auditivos**. Secretaria de Estado da Defesa Civil, Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, 19 out. 2006. Disponível em: <<http://www2.cbmerj.>

rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1190:projeto-da-defesa-civil-contempla-deficientes-auditivos&catid=33:noticias-da-subsedec&Itemid=43. Acesso em: 28 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO DOS PAIS E AMIGOS DOS DEFICIENTES VISUAIS - APADEV. **Downloads:** alfabeto Braille. Disponível em: <<http://www.apadev.org.br/?id=6&pgi=1>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

BARLACH, L. **O que é resiliência humana?:** uma contribuição para a construção do conceito. 2005. 119f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47134/tde-19062006-101545/pt-br.php>>. Acesso em: 29 out. 2017.

BRANDÃO, C. R. Pesquisa participante. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Coord). **Encontros e Caminhos:** formação de educadores ambientais. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005; v. I, p. 259-266.

BRASIL. Lei nº 4.169 de 4 de dezembro de 1962. **Oficializa as convenções Braille para uso na escrita e leitura dos cegos e o Código de Contrações e Abreviaturas Braille.** Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/ipcd/assuntos/legislacao>>. Acesso em: 29 out. 2017.

_____. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. In: SARAIVA. **Legislação de Direito Ambiental.** São Paulo: Saraiva, 2008. 872 p. ISBN 978-85-02-06834-6. (Coleção Saraiva de Legislação).

_____. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. **Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm>. Acesso em: 10 set. 2014.

_____. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. **Regulamenta a Lei Nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei Nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.** Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/ipcd/assuntos/legislacao>>. Acesso em: 29 out. 2017.

_____. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, decreto legislativo nº 186, de 09 de julho de 2008 e decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. **Revista Atualizada.** Brasília: Secretaria de Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 4 ed., 2011.

_____. LEI nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/ipcd/assuntos/legislacao>>. Acesso em: 29 out. 2017.

_____. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).** Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/ipcd/assuntos/legislacao>>. Acesso em: 29 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE; MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013.** Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, v.

- 4, 2013. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pns>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- HÖHER, P. B.; PERES, P. E. C. Percepções de alunos surdos em trilha ecológica com o uso dos diferentes sentidos: uma abordagem da educação ambiental. **Monografias ambientais**, REMOA/UFMS, v. 6, n. 6, p. 1341–1353, mar. 2012.
- HONORA, M.; FRIZANCO, M. L. E. **Livro ilustrado de Língua Brasileira de Sinais: desvendando a comunicação usada pelas pessoas com surdez**. São Paulo: Ciranda Cultural, 2011.
- INSTITUTO ECOAR PARA A CIDADANIA. **Manual de metodologias participativas para o desenvolvimento comunitário**. São Paulo: ECOAR, 2008.
- JACOBI, P. Participação In: FERRARO JÚNIOR, L. A. **Encontros e caminhos: formação de educadores (as) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005. p. 231-236.
- LOUREIRO, C.F.B. Emancipação In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.). **Encontros e caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA, Departamento de Educação Ambiental, 2007. v. 2, p. 157-169.
- NASCIMENTO, C. B. do. **Glossário Ilustrado do Meio Ambiente**: Libra/Português. Disponível em: <http://www.glossarioliberalportugues.com.br/verbete/alfabeto/*>. Acesso em: 30 ago. 2017.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório mundial sobre a deficiência**. Tradução Lexicus Serviços Linguísticos. São Paulo: SEDPcD, 2012. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/RELATORIO_MUNDIAL_COMPLETO.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.
- PALMA, I.R. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 67p.
- PEREIRA, D. M.; SILVA, G. S. As tecnologias de informação e comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. **Caderno de Ciências aplicadas**, ano 7, n. 8, p. 151-174, jul/dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uesb.br/index.php/cadernosdeciencias/article/viewFile/884/891>>. Acesso em: 27 mai. 2017.
- RIBEIRO, S. P. Participação popular na gestão pública: quais as armadilhas e quais os caminhos? **III Jornada Internacional de Políticas Públicas**. São Luís: Universidade Federal do Maranhão - UFMA, p. 1-9, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinppIII/html/Trabalhos/EixoTematicoJ/35ce2ac5b8c22444ee465ambara.pdf>>. Acesso em 30 ago. 2017.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2003.
- UNISDR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Genebra, 2015. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

A CONTRIBUIÇÃO DA EDUCAÇÃO PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL E URBANO

Lourenço Magnoni Júnior¹

Maria da Graça Mello Magnoni²

Wellington dos Santos Figueiredo³

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

Paulo Freire

Os efeitos do aquecimento global ano após ano são cada vez mais nítidos em todo o Planeta Terra, provocando problemas de ordem econômica, política, social e ambiental. O aumento da interferência humana sobre o meio ambiente se intensificou com o advento da era industrial, na Inglaterra, na segunda metade do século XVIII, apontada como a responsável pelo aquecimento global no mundo atual. Os primeiros sinais da existência do aquecimento global foram identificados por cientistas na década de 80 do século XX, e desde então, vem provocando mudanças no clima e potencializado a ocorrência de um conjunto de eventos naturais extremos provocando

1 Coordenador técnico-científico do Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agencia de Inovação INOVA do Centro Paula Souza. Professor da Fatec Lins, da Etec de Cabrália Paulista e da Etec Rodrigues de Abreu de Bauru. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru e do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica.

E-mail: lourenco.junior@fatec.sp.gov.br.

2 Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da/UNESP/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru-SP E-mail: sofia@fc.unesp.br.

3 Geógrafo e Pedagogo. Mestre em Comunicação Midiática (UNESP/Bauru). Doutorando em Mídia e Tecnologia (UNESP-Bauru). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Local Bauru – SP. Membro do Comitê Editorial da Revista Ciência Geográfica. Professor da Escola Técnica Estadual “Astor de Mattos Carvalho”, Cabrália Paulista - SP (Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” – CEETEPS). Coautor dos livros: “Milton Santos: Cidadania e Globalização” (Saraiva, São Paulo, 2000); “Escola Pública e Sociedade” (Saraiva/Atual, São Paulo, 2002); “Mudanças Climáticas, Desastres Naturais e Prevenção de Riscos” (Jornal da Cidade, Bauru, 2011), “Luz, Ciência e Vida” (Jornal da Cidade, Bauru, 2015) e “Ciência Alimentando o Brasil” (Jornal da Cidade, Bauru, 2016). E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br.

catástrofes em escala de grande amplitude tanto no campo quanto nas cidades, com perdas irreparáveis de vidas humanas em diferentes lugares do Planeta Terra.

Enquanto eventos extremos como terremotos, vulcanismos e tsunamis resultam de forças internas do Planeta Terra, independentes da interferência humana, estudos científicos indicam que o aquecimento global é produto do aumento crescente da emissão antrópica (derivada da ação humana) de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, provenientes do uso de combustíveis fósseis para a geração da energia necessária para mover diariamente a dinâmica produtiva, econômica e social do mundo globalizado. Essa distinção é fundamental, principalmente, quando trabalhada no âmbito da educação básica e superior.

Nas últimas três décadas, inúmeros estudos e pesquisas desenvolvidas por cientistas de diferentes áreas do conhecimento humano, com a utilização de diversas técnicas e metodologias, têm comprovado que a crescente utilização dos combustíveis fósseis para sustentar o desenvolvimento da sociedade urbano-industrial tem contribuído com as alterações climáticas que intensificam a força destrutiva dos ciclones, furacões, tornados, tufões, tempestades, ocasionando também períodos inesperados de estiagens devido sua influência no ciclo tradicional das chuvas.

MARENGO (2006) reforça nosso raciocínio dizendo que

“A identificação da influência humana na mudança do clima é um dos principais aspectos analisados pelo IPCC (...). O TAR publicado em 2001 (...) demonstrou que as mudanças observadas de clima são pouco prováveis devido à variabilidade interna do clima, ou seja, a capacidade do clima de produzir variações de considerável magnitude em longo prazo sem forçamentos externos. As mudanças observadas são consistentes com respostas estimadas devido a uma combinação de efeitos antropogênicos e forçamentos naturais” (2006, p. 26).

O aquecimento global e as mudanças climáticas são fenômenos adversos que, ano após ano, estão provocando secas em grandes proporções, reduzindo significativamente a produção agrícola, causando grandes incêndios, desabastecimento de água para consumo humano e crises hidrelétricas em alguns lugares, enquanto que em outros, as intensas chuvas fazem deslizar encostas, que provocam erosão ou assoreiam cursos de águas ou grandes extensões territoriais, alagam áreas urbanas e destroem inúmeras atividades socioeconômicas ribeirinhas, além de ocasionar a morte de pessoas.

Segundo o geógrafo MOREIRA (2004), a natureza é História, já que a História do homem é uma História vinculada diretamente à transformação da natureza. Os problemas ambientais causados pelo homem no processo de construção e reconstrução de espaços geográficos, não se configuram somente como sendo de ordem ecológica, mas fundamentalmente política, econômica e cultural. Afinal, decorrem, sobretudo, do

modo como as sociedades se apropriam da natureza e usam, destinam e transformam os seus recursos naturais. O homem age na natureza de acordo com os padrões por ele criados. Assim sendo, a degradação ambiental está intimamente ligada ao modelo de desenvolvimento econômico da sociedade.

A natureza não está, portanto, na externalidade humana, pois o homem é parte da natureza. As ações inadequadas do homem sobre o meio em sua busca incessante, e cada vez maior por recursos naturais, têm se revelado catastróficas. No mundo atual, nenhum elemento da natureza ficou isento à interferência das atividades humanas. Tampouco as sociedades estão imunes aos fenômenos naturais.

A “natureza artificializada”, assim denominada por SANTOS (1996), marca uma grande mudança na história humana da natureza

“A história do homem sobre a Terra é a história de uma rotura progressiva entre o homem e o entorno. Esse processo se acelera quando, praticamente ao mesmo tempo, o homem se descobre como indivíduo e inicia a mecanização do Planeta, armando-se de novos instrumentos para tentar dominá-lo... Hoje, com a tecnociência, alcançamos o estágio supremo dessa evolução.

(...) O homem se torna fator geológico, geomorfológico, climático e a grande mudança vem do fato de que os cataclismos naturais são um incidente, um momento, enquanto hoje a ação antrópica tem efeitos continuados, graças aos modelo de vida adotado pela Humanidade”. (1996, p.17)

O quinto Relatório (AR₅) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da Organização das Nações Unidas (ONU), aponta que se as emissões antrópicas de gases do efeito estufa continuarem crescendo nos níveis atuais nas próximas décadas, a temperatura média no Planeta Terra poderá atingir 4,8 graus Celsius a mais até o final do século XXI, provocando o desaparecimento de extensões significativas das geleiras existentes no mundo, principalmente o gelo do Ártico que deverá sofrer uma diminuição de até 94% durante o verão, podendo elevar o nível dos oceanos em até 0,82 centímetros e causar danos de grande escala, principalmente nas áreas costeiras que concentram os maiores complexos urbanos e industriais do Planeta Terra.

Diante desta preocupante situação de magnitude global, o presente artigo tem por objetivo tecer reflexões sobre a contribuição da educação para a redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano no decorrer do século XXI. A partir deste momento, faremos uma breve reflexão sobre a origem e significado da palavra resiliência e trabalharemos pontos do Marco de Sendai 2015-2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) para balizar nossas reflexões.

Segundo OLIVEIRA (2012), a origem etimológica da palavra resiliência

“provém do latim (*resilio*), no qual situa-se como verbo (re+salio), designando voltar atrás, ou saltar para trás, recuar, retirar-se sobre si mesmo, desdizer-se, encolher-se, distender-se. Resílio, ainda, é uma denominação, utilizada para nomear um dos ligamentos entre as valvas, conchas, de um molusco segundo a gramática presente na anatomia zoológica de invertebrados”. (2012, p.107)

O documento: “Terminologia sobre a Redução de Risco de Desastres do UNISDR – 2009”, publicado em maio de 2009 na cidade de Genebra, na Suíça, pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres (UNISDR), define resiliência como

“A capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais”. (2009, p.28)

Para BUSCHBACHER (2014),

“resiliência é a capacidade do sistema manter suas características essenciais de estrutura e função, mesmo depois de um colapso e reorganização. De certa forma, resiliência é uma síntese entre estabilidade e dinâmica, integrando as ideias de mudança e limites”. (2014, p.18)

RUTTER (1991) define resiliência

“Como uma resposta global em que estão em jogo os mecanismos de proteção, entendendo por estes não a valência contrária aos fatores de risco, mas aquela dinâmica que permite ao indivíduo sair fortalecido da adversidade, em cada situação específica, respeitando as características pessoais”. (1991, p. 10)

Na opinião de BUSCHBACHER (2014), a partir das Metas de Desenvolvimento do Milênio da ONU de 2011, a resiliência está sendo cada vez mais incorporada aos esforços para enfrentar os grandes desafios da humanidade para alimentar uma população em crescente expansão, evitar o avanço das mudanças climáticas, impedir a emergência de novas doenças e a satisfação das necessidades básicas de saneamento,

saúde e educação das populações marginalizadas do Planeta Terra. Indo ao encontro desta emergência global, o Marco de Sendai 2015-2030 aponta que a redução do risco de desastres é um investimento custo-eficiente na prevenção de perdas futuras e que a gestão eficaz dos riscos de desastres contribui para o desenvolvimento sustentável.

O Marco de Sendai 2015-2030 evidencia que nos últimos dez anos os desastres produziram

“grandes custos e, como resultado, o bem-estar e segurança de pessoas, comunidades e países como um todo foi afetado. Mais de 700 mil pessoas perderam a vida, mais de 1,4 milhão de pessoas ficaram feridas e cerca de 23 milhões ficaram desabrigadas em consequência de desastres. No total, mais de 1,5 bilhões de pessoas foram afetadas por desastres de várias maneiras. Mulheres, crianças e pessoas em situação de vulnerabilidade foram afetadas desproporcionalmente. A perda econômica total foi de mais de US\$ 1,3 trilhões. Além disso, entre 2008 e 2012, 144 milhões de pessoas foram deslocadas por catástrofes. Desastres, muitos dos quais são agravados pelas mudanças climáticas e que estão se tornando mais frequentes e intensos, significativamente impedem o progresso para o desenvolvimento sustentável. Evidências indicam que a exposição de pessoas e ativos em todos os países cresce mais rapidamente do que a redução da vulnerabilidade, gerando novos riscos e um aumento constante em perdas por desastres, com significativo impacto sobre a economia, a sociedade, a saúde, a cultura e o meio ambiente, a curto, médio e longo prazo, especialmente nos níveis local e comunitário. Pequenos desastres recorrentes e desastres de início lento afetam particularmente comunidades, famílias e pequenas e médias empresas, constituindo um percentual elevado das perdas totais. Todos os países – especialmente os países em desenvolvimento onde a mortalidade e as perdas econômicas são desproporcionalmente maiores – enfrentam o aumento dos níveis de possíveis custos e desafios ocultos para cumprir suas obrigações financeiras e de outros tipos”. (2015, p. 4).

Diante do preocupante quadro evidenciado acima, o Marco de Sendai 2015-2030 diz que

“É urgente e fundamental prevenir, planejar e reduzir o risco de desastres, a fim de proteger de forma mais eficaz pessoas, comunidades e países, seus meios de vida, saúde, patrimônio cultural, patrimônio socioeconômico e ecossistemas, fortalecendo, assim, sua resiliência. É necessário redobrar o trabalho para reduzir a exposição e a vulnerabilidade, evitando a criação de novos riscos de desastres, bem como criar um sistema de responsabilização pela criação de riscos de

desastres em todos os níveis. Ações mais dedicadas precisam ser centradas no combate a fatores subjacentes de risco de desastres, como, por exemplo, as consequências da pobreza e da desigualdade, mudanças e variabilidade climática, urbanização rápida e não planejada, má gestão do solo e fatores como a mudança demográfica, arranjos institucionais fracos, políticas não informadas sobre riscos, falta de regulamentação e incentivos para o investimento privado na redução do risco de desastres, cadeias de suprimentos complexas, limitada disponibilidade de tecnologia, usos insustentáveis de recursos naturais, ecossistemas em declínio, pandemias e epidemias. Além disso, é necessário seguir fortalecendo a boa governança na redução do risco de desastres nos níveis nacional, regional e global e melhorar a preparação e coordenação nacional para resposta a desastres, reabilitação e reconstrução, bem como usar a recuperação e a reconstrução pós desastres para "Reconstruir Melhor", com apoio de modalidades reforçadas de cooperação internacional". (2015, p. 4-5).

A redução do risco de desastres é condição primordial para a consecução da resiliência no meio rural e urbano. Indo nesta direção, o Marco de Sendai 2015-2030 é assertivo dizendo que para

"reduzir risco de desastres, é necessário enfrentar os atuais desafios e se preparar para os futuros, com foco em: monitoramento, avaliação e compreensão do risco de desastres e compartilhar essas informações e como elas são geradas; fortalecimento da governança do risco de desastres e coordenação entre as instituições e os setores relevantes, bem como a participação plena e significativa das partes interessadas nos níveis adequados; investimento na resiliência econômica, social, de saúde, cultural e educacional de pessoas, comunidades e países e no meio ambiente, inclusive por meio de tecnologia e pesquisa; melhoria em sistemas de alerta precoce para vários perigos, preparação, resposta, recuperação, reabilitação e reconstrução". (2015, p. 6)

O conjunto da obra evidenciado anteriormente pelo Marco de Sendai 2015-2030 só será efetivamente concretizado se a educação, que tem papel central neste processo, for pensada estrategicamente e articulada às outras ações nos diferentes campos da organização da sociedade pelas três esferas de poder da administração pública brasileira para liderar a construção de um projeto eficiente na redução do risco de desastres e para a construção de uma sociedade resiliente.

A educação tem e terá cada vez mais relevância na formação estratégica do homem do século XXI. Na pretensa "sociedade do conhecimento e da informação" do mundo globalizado e da terceira era industrial, precisaremos investir na melhoria

e na ampliação da educação, permitindo o acesso ao conhecimento científico e tecnológico que possibilite à sociedade conhecimento aprofundado e relacional dos fatos histórico-sociais e dos fenômenos físicos que permitam entender e agir em prol da sociedade resiliente e sustentável.

Na concepção progressista, a Educação é sinônimo de conscientização, libertação, transformação e autonomia e deve ser pensada e concretizada tendo como objetivo o atendimento quantitativo e qualitativo como garantia da popularização do acesso aos conhecimentos socialmente acumulados ao longo da história. Um homem autônomo e liberto terá competência para analisar, avaliar, enfrentar e se posicionar frente aos problemas do nosso tempo, ser contemporâneo de nossa época e atuar com altivez no contexto científico, tecnológico e informacional do mundo globalizado.

O educador Paulo FREIRE ao defender a Pedagogia da Autonomia em contraponto à Pedagogia opressora, a define como aquela que possibilita enxergar e entender a realidade enquanto projeto, portanto, passível de mudanças, possibilitando ao homem entender-se enquanto “fazedor”, já que o mundo, nas palavras do educador, *“não é necessariamente isto ou aquilo, porque os seres humanos são tão projetos quanto podem ter projetos para o mundo”* (1987, p. 40).

O ponto de partida do processo educativo deve ser, portanto, o contexto, inicialmente, o mais próximo do ser interessado em aprendê-lo, em compreendê-lo e de onde devem emergir os significados.

“Este movimento de ida e volta, do abstrato ao concreto, que se dá na análise de uma situação codificada, se bem feita essa descodificação, conduz à superação da abstração com percepção crítica do concreto, já agora não mais realidade espessa e pouco vislumbrada”. (FREIRE, 2000, p. 54)

Ao proporcionar aos alunos a oportunidade de “ver” a realidade que vivenciam cotidianamente, ou seja, a partir dos elementos aparentes, facilmente visualizados, o professor tem a tarefa essencial de conduzir as discussões de forma a instigar os alunos a buscarem explicações que superem as interpretações baseadas no senso comum, cotidianamente construídas a partir do contato imediato. O papel do professor é imprescindível, pois deve realizar com os alunos, o trabalho de relação entre o contexto mais próximo e o contexto amplo global, a partir dos conhecimentos científicos, históricos e tecnológicos que detém.

“Este é um esforço que cabe realizar, não apenas na metodologia da investigação temática que advogamos, mas também, na educação problematizadora que defendemos. O esforço de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação entre as partes”. (FREIRE, 1987, p. 54)

O pensamento do educador Paulo FREIRE defende a educação que vai muito além da transmissão do conhecimento, que permita aos educandos a “leitura da realidade” e a sua problematização, situação favorável à identificação das questões que envolvem o contexto e que apresentam aos homens o desafio de pensar e propor soluções para os principais problemas que o afetam. Dessa forma, os conteúdos adquirem sentido e relevância quando entendidos e relacionados às preocupações sociais e ambientais.

A identificação dos problemas e das ameaças presentes no espaço pelas pessoas que o vivenciam cotidianamente constitui o primeiro passo em direção à conscientização. Considerando que a Educação não age diretamente sobre a realidade, não transforma de modo direto e imediato, mas atua sobre os sujeitos por meio da instrumentalização a partir da disponibilidade dos conceitos e dos conteúdos que permitam o entendimento dos problemas e das possibilidades de superação desses, a educação escolar, com especial consideração a educação pública, seja ela básica ou superior, deve ser o local da transmissão e assimilação do saber sistematizado, tomando a cultura e o diálogo como referências centrais no trabalho pedagógico. Daí o aligeiramento dos conteúdos constituir numa atitude conservadora e desastrosa para a formação geral ou profissional dos sujeitos.

Às atenções aos conteúdos, aos métodos, o educador levará em conta os interesses e necessidades dos alunos, as condições materiais e psicológicas para a aprendizagem, sem deixar de lado os aspectos conceituais e estruturais de cada área do conhecimento, a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação necessárias ao processo de transmissão e assimilação do saber socialmente acumulado. Neste sentido, destaca o educador Demerval SAVIANI (2008) em *Escola e Democracia*, o verdadeiro método é aquele que proporciona ao aluno superar a visão caótica (síncrese) e atingir a síntese, entendendo a rica totalidade de determinações e de relações que envolvem os fatos. Dessa forma, o conhecimento requer um processo de análise e síntese, que partindo de representações caóticas (abstrações e determinações mais simples), atinge o todo como síntese de múltiplas determinações e relações diversas.

O professor é então, o elemento decisivo no processo de democratização da escola e do conhecimento, alicerces para a participação e consolidação da democracia. Cada professor, na sua especialidade, contribui decididamente para a democratização da sociedade quando instrumentaliza as populações, dotando-as das ferramentas de caráter histórico, geográfico, matemático, biológico, agrônomo, literário etc.

A contribuição do professor será tanto mais positiva quanto mais o professor for capaz de compreender os vínculos de sua prática com a prática social global, quando, ao identificar com os alunos, os problemas que afetam a sociedade local, ter a capacidade e o compromisso ético-político em buscar as explicações para os fatos e suas consequências, para as ações sociais necessárias.

Hoje, ainda, o grande desafio do homem do século XXI e do terceiro milênio é lutar para melhorar o mundo nos aspectos econômico, político, social, cultural

e ambiental para minorar os impactos negativos oriundos da ação exploratória capitalista que desde o início da era industrial vem degradando a qualidade de vida dos seres humanos e o meio ambiente.

Para que possamos avançar nesta direção, é necessário construirmos um projeto de educação orgânico, democrático e participativo para que as camadas populares, geralmente mais vulneráveis aos riscos de desastres, consigam ter acesso a uma escola capacitada para atender a quantidade com qualidade, formando cidadãos conscientes e preparados para contribuir com a transformação construtiva da sociedade e do Brasil no decorrer do século XXI.

Entretanto, os avanços científicos, tecnológicos, econômicos, políticos e sociais experimentados nas últimas duas décadas pela sociedade brasileira sofreram profundo revés com a ruptura da ordem democrática em 2016. O “novo” governo (não respaldado pela soberania das urnas), ao assumir o poder, promoveu de imediato um ajuste ultraneoliberal para “sanar” as contas públicas e reestruturar a economia brasileira dentro dos ditames exigidos pelo mercado rentista nacional e internacional, contribuindo com o aumento da desigualdade social, da fome e da miséria em todo o território nacional.

A promulgação da Emenda Constitucional do Teto de Gastos Públicos (PEC 55/2016), que limita o aumento dos gastos com saúde e educação nos próximos 20 anos, reduzirá significativamente os investimentos na educação básica e superior pública, comprometendo a oferta de uma formação de qualidade social, para que o educando da classe trabalhadora consiga superar a quase intransponível barreira da exclusão social e a inserção no mercado de trabalho.

Nesta mesma direção, a MP 746/2016 que reforma (ou deforma!) o Ensino Médio promove uma redução significativa de aulas de Geografia, História, Filosofia e Sociologia da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), potencializando o tecnicismo pedagógico presente na educação brasileira desde a Lei 5692/1972 instituída pelo Governo Militar, aprofundando o treinar em detrimento do formar, centrado na velha dualidade historicamente presente na educação brasileira: escola de rico para possibilitar formação integral para as pessoas que compõem os segmentos mais abastados da sociedade brasileira e uma escola pobre para o pobre, que apenas treina a gente do povo para executar algumas competências e habilidades laborais alinhadas aos parâmetros de “modernização” trabalhista instituído pela Lei Nº 13.467, de 13 de julho de 2017. FREIRE (1997) questiona esta estratégia das elites e do capital nacional e internacional dizendo que: “a desconsideração total pela *formação* integral do ser humano e a sua redução a puro *treino* fortalecem a maneira autoritária de falar de cima para baixo”. (1997, p.130)

A dura realidade vivenciada atualmente pelos brasileiros será freada e revertida com a eleição de um presidente, em 2018, referendado pela soberania do voto popular, capacitado para construir um novo pacto social e de governabilidade necessário para reestabelecer a ordem democrática no país, frear as reformas ultraneoliberais, o avanço do discurso do ódio e eleger a educação como ação estratégica para o avanço do conhecimento científico, tecnológico, informacional e promotor da inovação. Precisamos urgentemente resgatar o

Artigo 1º, parágrafo único da Constituição Federal: “Todo poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição”. Por meio do reestabelecimento da ordem democrática no país, teríamos condições de articular a construção de um projeto de educação transformador para servir de baliza para o desenvolvimento de um projeto econômico, político, social, cultural e ambientalmente sustentável e de uma sociedade verdadeiramente resiliente preparada para enfrentar os inúmeros desafios de um mundo que presencia o crescente aumento da frequência dos eventos naturais extremos potencializados pelo aquecimento global e pelas mudanças climáticas e do passivo ambiental resultante do modo de produção compreendido pela globalização da economia capitalista.

Para o Marco de Sendai 2015-2030, a redução do risco de desastres e a consecução da resiliência no meio rural e urbano depende do desenvolvimento de ações focadas nos âmbitos intra e interssetorial, promovida pelos Estados nos níveis local, nacional, regional e global que priorizem a compreensão do risco de desastres, o fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres, o investimento na redução do risco de desastres para a resiliência e a melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de reconstruir melhor em recuperação, reabilitação e reconstrução. A educação, com certeza, tem papel relevante neste processo, isto é, principalmente se for planejada para promover o ensino de aplicação técnico-científica.

A educação para a redução do risco de desastres e resiliência deve valorizar o ensino de aplicação técnico-científica para estimular a articulação entre teoria e prática no âmbito do espaço escolar. O ensino de aplicação permite a articulação entre teoria e prática enquanto ação de formação educacional formal necessária para a conscientização e a transformação intelectual do ser humano através da ampliação da visão em relação ao conhecimento multidisciplinar sobre ciência, tecnológica de aplicação, pesquisa, desenvolvimento e inovação.

VAZQUEZ (1968) enfatiza a importância do ensino de aplicação dizendo que a *“atividade teórica e prática que transforma a natureza e a sociedade; prática, na medida em que a teoria, como guia da ação, orienta a atividade humana; teórica, na medida em que esta ação é consciente”* (1968, p. 117).

A reforma do Ensino Médio proporcionada pela MP 746/2016, sem sombras de dúvidas, vai potencializar o aligeiramento do ensino na escola pública. Por outro lado, porcentagem significativa dos professores tanto da educação básica quanto da superior tem dificuldade de saber articular teoria e prática no âmbito do espaço escolar, majoritariamente pensado e organizado a partir de concepções pedagógicas tradicionais e conservadoras que priorizam os interesses individuais em detrimento dos coletivos.

Indo na mesma direção da nossa reflexão, KUENZER (2003) diz que alunos e professores compreendam

“a relação entre parte e totalidade, é fundamental a mediação da prática, em suas relações com a teoria, considerando que os significados vão sendo construídos através do deslocamento incessante do pensamento das primeiras e precárias abstrações que constituem o senso comum para o conhecimento elaborado através da práxis, que resulta não só da articulação entre teoria e prática, entre sujeito e objeto, mas também entre o indivíduo e a sociedade em um dado momento histórico. O ponto de partida, portanto, é sempre o que é conhecido, sem o que não é possível construir novos significados (...).

Daí as críticas feitas à escola sobre a incapacidade dos alunos em relacionar os conteúdos das disciplinas com as relações sociais e produtivas que constituem a sua existência individual e coletiva” (2003, p. 6).

KUENZER (2003) evidencia com rica competência intelectual e pedagógica que é a prática que determina ao homem o que é necessário, e o que ele deve conhecer para atender as suas necessidades, bem como quais são as suas prioridades no processo de conhecer.

Fica claro que a proposta de se trabalhar com projetos de ensino de aplicação técnico-científica é justamente a de proporcionar um ambiente favorável à construção do saber articulando teoria e prática para aproximar o ensino escolar do espaço de vivência do homem num mundo marcado por profundas mudanças no campo do trabalho, da produção, do meio ambiente e da sociedade e, conseqüentemente, propiciar a oferta de um saber crítico-reflexivo, essencial para o desenvolvimento de uma prática educativa cidadã e transformadora.

Para que possamos atingir os objetivos, metas e prioridades previstas no Marco de Sendai 2015-2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) em relação à redução do risco de desastres e a resiliência no mundo rural e urbano, temos que conceber um projeto de educação pública de qualidade social credenciado para promover a reflexão perene sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas e incentivar o empreendimento de ações para colaborar com a redução de risco de desastres, preservar a integridade da vida humana, a estrutura produtiva e fomentar o desenvolvimento econômico, político, social e ambiental sustentável e contribuir com a formação técnica e intelectual dos alunos do ensino médio, técnico e superior.

É preciso fortalecer o ensino de ciências e geociências entre os alunos da educação básica e superior por meio do desenvolvimento de pesquisa e ensino de aplicação técnico-científica e atualização profissional nas áreas de geoprocessamento, meio ambiente, aquecimento global, mudanças climáticas, monitoramento e alerta climático, meteorologia, análise ambiental e geociências. Sendo assim, o compromisso com o desenvolvimento de um projeto para promover a redução de risco de desastres e a vulnerabilidade decorrente das ameaças naturais, tanto no Brasil quanto no

mundo, para promover a aplicação prática do Marco Sendai 2015-2030, passa pelo empreendimento de inúmeras ações públicas e privadas, entre elas a valorização concreta da educação básica e superior.

O desenvolvimento de um projeto de educação cidadã é fundamental para a consecução de uma sociedade resiliente. A construção de um projeto de educação orgânico, democrático e participativo possibilitaria às camadas sociais mais pobres, geralmente mais vulneráveis aos riscos de desastres, o acesso a uma escola capacitada para atender a quantidade com qualidade, formando cidadãos conscientes e preparados para entender a dinâmica da natureza e enfrentar situações de risco.

Diferentemente dos outros animais, o ser humano, pelo trabalho, transforma a natureza criando a sua existência. Por isso, é levado a valorizar os elementos do meio ambiente: a água, a terra, a fauna, a flora, etc. (no domínio da natureza) e as instituições, as ciências, as técnicas etc. (no domínio da cultura). Antes mesmo de se dar conta disso, o homem está exercendo uma atitude axiológica (valorativa) perante tudo o que o cerca.

Na verdade, valorizar é não ser indiferente, o que significa que o homem não é um ser passivo; é capaz de superar os condicionamentos da situação, é um ser autônomo e livre. E a liberdade, entendida como consciência da necessidade abre ao homem um novo campo para a valoração. Neste sentido, a Educação tem, então, a tarefa de tornar o homem cada vez mais capaz de conhecer os elementos de sua situação para intervir nela, transformando-a no sentido da ampliação da liberdade, da solidariedade, da comunicação e colaboração entre os homens. Portanto, somente conseguiremos caminhar nesta nova direção se superarmos o modelo de desenvolvimento econômico insustentável que poderá colocar em risco a própria perpetuação da vida humana sobre a superfície terrestre vigente se forem concebidas teses que realmente consigam implantar o desenvolvimento sustentável dentro de um contexto verdadeiramente concreto.

Na Conferência de Estocolmo (Suécia) sobre o Meio Ambiente da ONU, em 1972, que o termo desenvolvimento sustentável foi cunhado e inserido pela primeira vez no debate internacional, entretanto, a sua consolidação só vai ocorrer com a consecução da Agenda 21, principal documento produzido pela Rio 92 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente).

Entre as inúmeras definições que encontramos, a mais aceita sobre o termo desenvolvimento sustentável é a concebida pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU: *“desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações”*.

No mundo globalizado atual, a criatividade humana e a inovação científica e tecnológica são consideradas a mola precursora do avanço da economia criativa centrada nos princípios da sustentabilidade. Neste sentido, incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável é justificável e legítimo. Porém, a aceitação destes princípios não deve ocorrer em hipótese alguma dentro de um contexto acrítico e

alienante. É preciso mudar a forma de pensar e agir do homem para podermos romper com as velhas estruturas degradadoras e segregadoras para que o novo seja o motor das mudanças e das transformações necessárias para a superação da visão utilitarista de natureza e para construção de uma sociedade sustentável no tanto campo econômico e político quanto no social, cultural e ambiental.

A conscientização socioambiental construída no seio de um projeto de educação preparado para atender a quantidade com qualidade, voltado à formulação de propostas e estudos no sentido de tornar possível o saber escolar articulado aos interesses concretos da sociedade, é crucial para a análise e interpretação do contexto atual comandado pelo chamado meio técnico, científico e informacional da terceira revolução industrial, científica e tecnológica, isto é, a chamada sociedade do conhecimento, era da informação, mecanização, automação e padronização do espaço geográfico construído pelo homem, provocando profundas mudanças e transformações entre elas, o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Então, como podemos fomentar o desenvolvimento sustentável em época de aquecimento global, mudanças e incertezas climáticas? Eis aqui o *busilis* desta questão: a sustentabilidade econômica, política, social, cultural e ambiental é um processo que passa por rupturas e adaptações, isto é, inclusive de ordem climática. Assim sendo, pensar sobre o desenvolvimento de um projeto de ensino básico e superior público de qualidade implica na reflexão sobre os métodos e os processos para construção conceitual e, acima de tudo, numa ação que muitas vezes se depara com a necessidade de reconstruir conceitos frequentemente usados. O conceito “Educação de Qualidade”, como tantos outros foi construído socialmente nas relações que se estabelecem entre sujeitos, e de sujeitos com os objetos existentes num determinado contexto porque há urgência de uma educação pública que promova a autonomia, a emancipação e a transformação cultural e intelectual dos brasileiros do século XXI.

O caminho da emancipação humana é longo e tortuoso e exige muito conhecimento e ação. Nesse processo dialético a educação, como prática social geral, e a educação escolar, como forma dominante de Educação, têm papel decisivo no processo de conscientização, imprescindível para se atingir a emancipação das camadas populares. Se a Educação de qualidade não for garantida para formar o aluno em bases sólidas sobre ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento, inovação e compromisso social, a travessia de um sistema gerador de desigualdades para um sistema justo socialmente ficará para as calendas, pois sem o saber sistematizado dominado pelo maior número de pessoas não se dará o salto de qualidade no sentido da libertação indispensável à transformação.

Com a pretensa tentativa de concluirmos este presente artigo, afirmamos que para implementarmos o Marco de Sendai 2015-2030 no Brasil e no mundo, é preciso que haja um projeto de educação capacitado para desencadear um processo de ensino e aprendizagem capaz de gerar a ciência, tecnologia, informação e inovação

necessária para promover o desenvolvimento de práticas sustentáveis que promovam melhorias nos processos produtivos, o aumento da eficiência com diminuição no uso dos recursos naturais, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, a reciclagem dos resíduos oriundos do meio produtivo urbano e rural, a proteção dos mananciais e a utilização sustentável da água, a universalização do saneamento básico, os investimentos em fontes de energia limpas e renováveis, a preservação dos ecossistemas e a mitigação dos efeitos provocados pelas mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global. Se caminharmos nesta direção, a contribuição da educação para a redução do risco de desastres e a consecução da resiliência no meio rural e urbano será real e concreta.

Referências

- BUSCHBACHER, Robert. A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**. Brasília, n. 09, p. 11/24, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/boletim_regional/141211_bru_9_web.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.
- ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUCCIÓN DE DESASTRES DE LAS NACIONES UNIDAS (UN/ISDR). **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Ginebra, Suíza: UM/ISDR, 2009. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.
- FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação**: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo, Moraes, 1980.
- _____. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1992.
- _____. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- KUENZER, A. Z. Competência com práxis: os dilemas da relação entre teoria e prática na educação dos trabalhadores. **Boletim Técnico do SENAC**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 16-27, abr., 2003.
- MARENGO, J. **Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a diversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo de século XXI. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- MOREIRA, R. **O círculo e a espiral**: para a crítica da geografia que se ensina. Niterói: AGB-Niterói, 2004.
- OLIVEIRA, S. Política e resiliência: apaziguamentos distendidos. **Revista Ecopolítica**. São Paulo, PUC, v. 1, n. 4, p. 106-117, set./dez. 2012.
- RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO CLIMA DO PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC) (Versão em Português), 5., 2015, São Paulo.

Sumário para os tomadores de decisão. São Paulo: Iniciativa Verde/Instituto HSBC Solidariedade, 2015.

RUTTER, M. "Resilience: Some Conceptual Considerations", trabalho apresentado em Initiatives Conference on Fostering Resilience, Washington D.C., dezembro de 1991.

SANTOS, M. **Técnica, Espaço, Tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional.** São Paulo: Hucitec, 1996.

SAVIANI, D. **Escola e democracia:** edição comemorativa. Campinas: Autores Associados, 2008.

UN-ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. 2015. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030.** Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>. Acesso em 13 outubro de 2017.

VAZQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis.** Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1968.



NOTA TÉCNICA

PLATAFORMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL TERRAMA² – GERAÇÃO 4

Eymar Silva Sampaio Lopes¹

Gilberto Ribeiro de Queiroz²

Fabiano Morelli³

Introdução

A plataforma TerraMA² utilizada para construção de sistemas de monitoramento, análise e alerta de riscos ambientais, um produto desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE desde 2006, foi totalmente reestruturada na versão 4 e tem seu lançamento oficial marcado para 15 de dezembro de 2017. Esta versão foi desenvolvida dentro do projeto “Programa Cerrado”, uma iniciativa de cooperação entre os governos do Brasil e do Reino Unido, com apoio do Banco Mundial. O Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio de sua Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), é o responsável pela coordenação geral do programa. O objetivo da iniciativa é contribuir para a mitigação da mudança do clima e para melhoria da gestão de recursos naturais no bioma Cerrado por meio

1 Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. E-mail: eymar.lobes@inpe.br.

2 Tecnologista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. E-mail: gilberto.queiroz@inpe.br

3 Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – fabiano.morelli@inpe.br.

Informações de Contato:

Vários recursos ainda serão implementados até o lançamento oficial da plataforma no dia 15 de dezembro de 2017. Acompanhe informações sobre o desenvolvimento no site: www.dpi.inpe.br/terrama2. Email de contato: terrama2@dpi.inpe.br

Equipe de desenvolvimento: terrama2-team@dpi.inpe.br

Acesso ao código fonte: <https://github.com/TerraMA2/>

Cursos de treinamento: <http://www.selperbrasil.org.br/cursos/>

Apoio:

Departamento de Processamento de Imagens (DPI) e Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

GREAT Britain - Department for Environment Food & Rural Affairs.

Banco Mundial.

Ministério do Meio Ambiente.

do aprimoramento de políticas públicas e de práticas de produtores rurais. Um dos produtos desse projeto foi a construção do sistema de monitoramento de queimadas fazendo uso da plataforma TerraMA². Paralelamente ao projeto estamos entregando à comunidade uma atualização da mesma plataforma com ferramentas para construir sistemas de monitoramento em diferentes aplicações.

As capacidades de aplicações continuam as mesmas, como qualidade do ar, qualidade da água, gasodutos, barragens de rejeito em área de mineração, incêndios florestais, movimentos de massa do tipo escorregamentos e corridas de lama, enchentes e estiagens, entre outras. O que mudou na geração 4 da plataforma TerraMA² foi toda a base tecnológica. Novas tecnologias de desenvolvimento de *softwares* foram utilizadas de modo que as interfaces com o usuário estão apresentadas em aplicações web, podendo ser acessada, configurada e manipulada de qualquer ponto da internet.

A geração 4 da plataforma TerraMA² foi totalmente reestruturada para ficar mais amigável, ágil, flexível e compatível com os padrões internacionais do mercado ditados pelo Open Geospatial Consortium – OGC, padrões ISO do geoprocessamento. Os principais avanços nessa nova versão são:

- Armazenamento e acesso a dados geoespaciais nos padrões OGC SFS - *Simple Feature Access* e serviços web como WMS (Web Map Service), WCS (*Web Coverage Service*) e WFS (*Web Feature Service*);
- Capacidade para trabalhar com bases de dados distribuídas, tanto para dados estáticos quanto dinâmicos;
- Suporte a diferentes arquiteturas para armazenamento dos dados: arquivos vetoriais, arquivos matriciais, servidores de bancos de dados e serviços web;
- Execução de serviços locais ou remotos em diferentes máquinas;
- Administração de usuários e gerência de projetos por interface WEB;
- Novo visualizador WEB de monitoramento;
- Análise por scripts na linguagem de programação *Python*, com novos operadores geográficos sobre dados ambientais.

A plataforma necessita, fundamentalmente, da entrada de dados ambientais dinamicamente coletados, do objeto a ser monitorado como mapas risco e de dados adicionais como bases cartográficas (Figura 1). A integração desses dados é realizada nos modelos de análise escritos com uma linguagem de programação de fácil aprendizado. O próximo passo é transformar as análises automáticas em alertas, os quais devem ser disponibilizados para usuários múltiplos (defesa civil, concessionárias, entre outros).

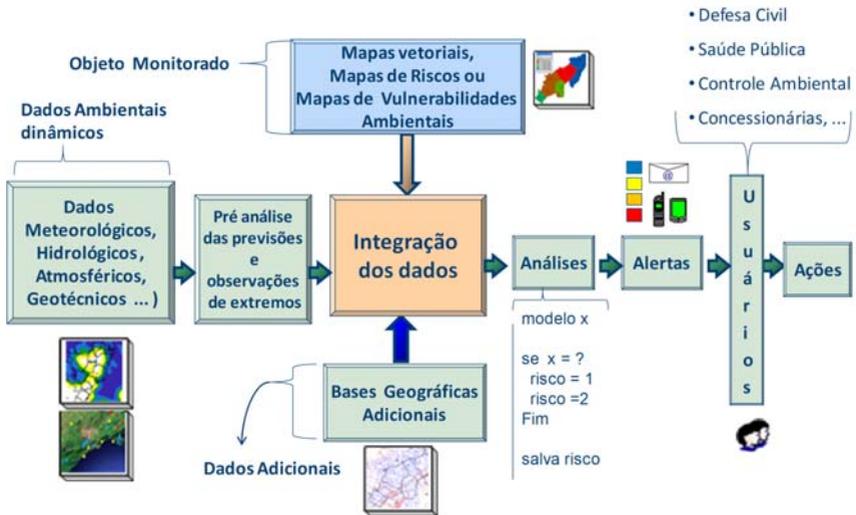


Figura 1. Diagrama dos Principais Módulos do Sistema de Monitoramento, Análise e Alerta.

Os dados necessários para a operação da plataforma incluem:

- **Dados dinâmicos:** são dados ambientais coletados automaticamente e que informam sobre a condição das variáveis obtidas a intervalos de tempo pré-determinados. Incluem diversos tipos de instrumentos de medição das condições ambientais tais como satélites, radares meteorológicos, estações hidrometeorológicas, entre outros. Tais dados deverão estar disponíveis em servidores de dados em computadores locais ou remotos.
- **Dados estáticos:** são mapas vetoriais ou matriciais que não tem uma dinâmica de atualização como os dados dinâmicos. Tais mapas são utilizados nos modelos de análise para serem cruzados com dados dinâmicos ou outros dados estáticos. Estes dados também devem estar disponíveis em servidores de dados na forma de arquivos convencionais ou como tabelas em bancos de dados geográficos.

A operação da plataforma em salas de monitoramento ambiental (prefeituras, defesa civil, institutos de pesquisa ou empresas) requer três níveis de usuários divididos em:

- **Administradores da Plataforma:** São usuários que fazem a instalação, configuração e administração da plataforma. Serão responsáveis por definir onde serão criados os bancos de dados e a gerência dos serviços que ficarão automaticamente realizando as tarefas definidas pelos operadores do sistema construído. Usuário com este privilégio utiliza o módulo de administração web para gerenciar outros usuários, com ou sem privilégio de administrador, ou ainda projetos definidos pelos usuários.

- **Operadores da Plataforma:** Os operadores são usuários sem privilégio de administrador que também fazem no módulo de administração *web*, porém, apenas para gerenciar os projetos criados por estes usuários. Estes usuários farão uso dos serviços de coleta, análise e notificação previamente inicializados por um administrador para desenvolver seus projetos e dessa maneira criar um sistema de monitoramento, análise e alerta.
- **Clientes dos Alertas:** São os usuários ou agentes que tem a competência para executar as ações preventivas para a diminuição de perdas no caso da ocorrência de um evento extremo. Estes terão acesso apenas ao módulo de monitoramento *web* para visualização dos dados e alertas em tempo real. Recebe ainda notificações por meio de *e-mail* ou mensagens eletrônicas.

Esta divisão é apenas para fins de gestão em instituições que tem esta necessidade de fazer. Em outras situações uma única pessoa pode exercer os três níveis como, por exemplo, um pesquisador que deseja testar seus modelos de análise em um computador pessoal. Vários alunos de mestrado e doutorado têm utilizado a plataforma para desenvolver suas pesquisas e esta nova versão tem potencial de avançar mais no meio acadêmico uma vez que foi incorporada a linguagem *Python* adicionada aos operadores espaciais da TerraLib, proporcionando um ambiente de fácil aprendizado e uso para diversas aplicações.

Arquitetura da Plataforma

A plataforma está baseada no conceito de serviços (SOA – *Service Oriented Architecture*), onde um serviço é uma funcionalidade independente, sem estado, que aceita uma ou mais requisições e retorna um ou mais resultados. Uma interface *web* é utilizada para administrar os serviços e para transferir tarefas para tais serviços que estão definidas em projetos. (Figura 2). Veremos mais a frente que esta interface *web* é identificada como “**Módulo de Administração**”.

Um projeto define de onde serão acessados os dados dinâmicos e estáticos através de servidores de dados. Análises são definidas fazendo uso de dados estáticos e dinâmicos que são processados com operadores espaciais da plataforma e uma linguagem de programação de fácil utilização. Nota-se que uma análise sempre produzirá novos dados dinâmicos para serem reutilizados. A visualização dos dados é definida para dados estáticos, dinâmicos e análises conforme mostra os relacionamentos com as interfaces na Figura 2. O alerta é definido a partir de dados dinâmicos que foram coletados ou resultados de análises que produzem notificações para serem enviadas a usuários.

A segunda interface *web* será utilizada pelo usuário final que terá acesso aos dados por uma interface gráfica. Esta interface *web* é identificada como “**Módulo de Monitoramento**” e será responsável por apresentar todos dados estáticos, dinâmicos, resultados de análises, alertas e dados tabulares associados.

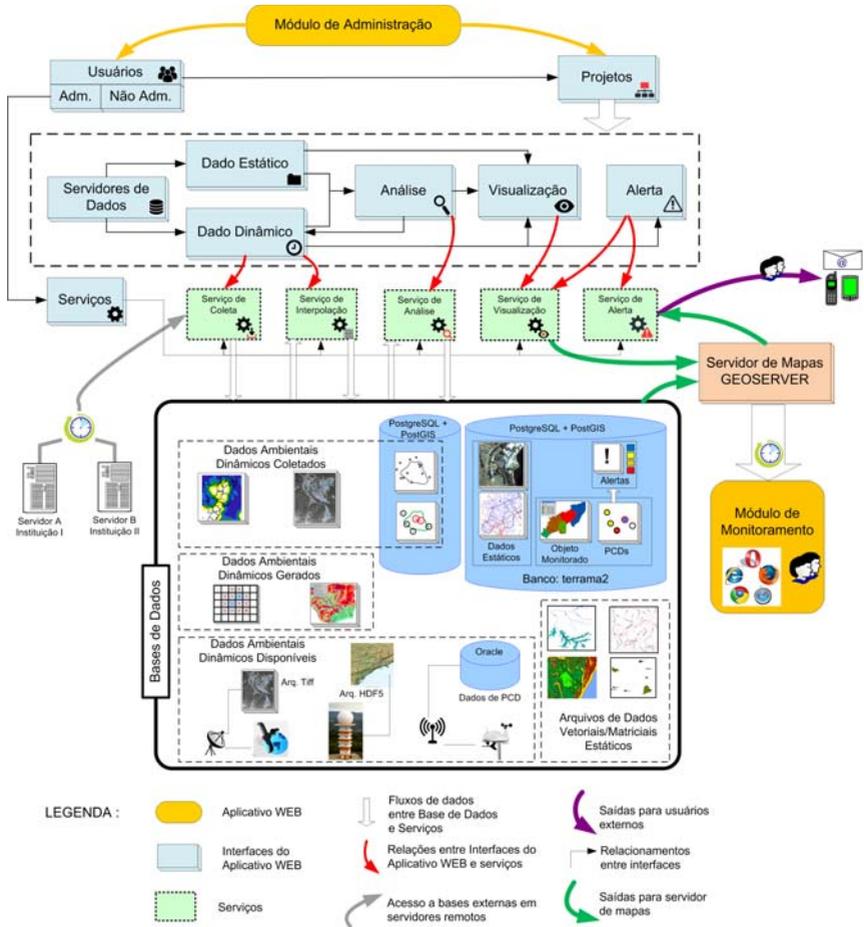


Figura 2. Arquitetura da Plataforma.

Cada serviço realiza um conjunto de tarefas que se relacionam entre si. Os serviços podem ser executados localmente ou remotamente, sendo eles:

- ✓ **Serviço de Coleta:** Responsável pela coleta dos dados ambientais disponibilizados por servidores de dados, buscando periodicamente dados ambientais. Caso sejam encontrados, tais dados são baixados e incluídos na base de dados do projeto. Os tipos de servidores de dados e sua localização são definidos através da interface web do módulo de administração.
- ✓ **Serviço de Interpolação:** Responsável pela interpolação dos dados de PCD ou ocorrências coletadas, produzindo novos dados matriciais dinamicamente gerados.

- ✓ **Serviço de Análise:** Responsável pelo cruzamento entre os dados ambientais (hidrometeorológicos) e dados estáticos. Uma análise configurada produzirá novos dados dinâmicos, seja geográficos ou tabulares. Os modelos de análises são desenvolvidos com a linguagem de programação *Python* mais operadores geográficos da *TerraLib*.
- ✓ **Serviço de Visualização:** Responsável por publicar dados estáticos, dinâmicos ou resultados de análises no módulo de monitoramento. O serviço utiliza o *Geoserver* para criar as camadas a serem publicadas, juntamente com o estilo a ser apresentado.
- ✓ **Serviço de Alerta:** Responsável pelo envio de mensagens e relatórios contendo informações a respeito das alterações nos níveis de risco detectados pelo serviço de análise. Os usuários devem se cadastrar como observadores das análises para receberem os relatórios de alteração, enviados através de correio eletrônico.

A Figura 2 mostra ainda exemplo de alguns dados disponíveis em uma base de dados de um projeto. Note que há dados dinâmicos que são adquiridos pelo serviço de coleta, dados dinâmicos que são gerados pela plataforma como resultado de análises e dados dinâmicos disponíveis por outras tecnologias como radares, satélites ou outros bancos de dados que estão localmente na mesma rede de computadores onde está a plataforma *TerraMA*². Parte dos dados dinâmicos coletados, como dados de PCD's e ocorrências, devem ser armazenados em um banco espacial *PostgreSQL+PostGIS*.

Dados e Formatos

Os dados que podem ser incorporados à base de dados de um projeto estão divididos em dinâmicos e estáticos, conforme descrito a seguir.

I - Dados Dinâmicos

Dados dinâmicos podem ser agrupados em três tipos básicos: PCD, Ocorrências e Matriciais. Importante que estes dados estejam ajustados a um sistema de referência cartográfico conhecido, pois o metadado de projeção (SRID) será solicitado. Além disso, deverá saber se qual o fuso horário de cada fonte de dados ambientais dinâmicos.

I.1 - PCD

PCD - Plataformas de Coleta de Dados são representados por instrumentos (sensores eletrônicos) instalados em pontos fixos no terreno, normalmente em locais que representam espacialmente bem as medidas que realizam. PCD's podem ser utilizadas para medir propriedades do ar (CO_2 , O_3 , SO_2 , etc.), água (PH, turbidez, oxigênio dissolvido etc.), solo/rocha (permeabilidade, vibrações etc.) ou atmosfera (temperatura, pressão, chuva etc.) entre outras. Tais propriedades, normalmente são armazenadas na forma de tabelas (arquivos digitais) definindo um conjunto de atributos que serão lidos pela plataforma.

Tais medidas podem ser realizadas de forma manual ou automática. A forma manual exige que um técnico vá ao local da PCD realizar a leitura e posteriormente

inserir as leituras em um arquivo digital em um computador, de modo que a plataforma TerraMA² possa ler tal arquivo. Na forma automática as PCD têm instrumentos para registrar e transferir os dados por diversas tecnologias como rádio, satélite, *wifi* ou celular. Neste caso é comum um conjunto de arquivos digitais estar disponível em servidores de dados para serem lidos pela plataforma.

A Figura 3 mostra exemplo de algumas PCDs e o raio de influência que poderá ser definido para uso nas análises. Ainda nessa figura, algumas fotos de diferentes instalações como uma estação meteorológica, sonda de qualidade da água, estação de qualidade do ar e uma bóia oceânica.

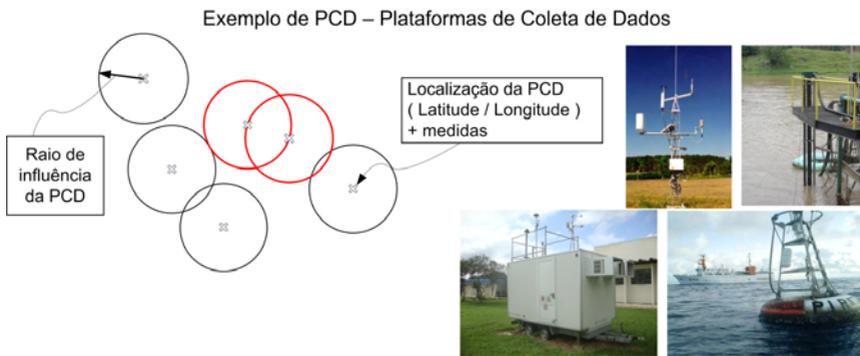


Figura 3. Exemplo de PCD e fotos de diferentes instalações.

1.2 – Ocorrências

As ocorrências são representadas por pontos que ocorrem em diferentes locais no espaço e no tempo. Uma Latitude/Longitude é criada por alguma tecnologia que pode agregar ou não um conjunto de atributos associados (propriedades da ocorrência). Como exemplo, um sistema de antenas que detectam a localização de descargas elétricas na atmosfera, ou um sistema com sismógrafos que registram a localização de abalos sísmicos no subsolo, ou ainda um conjunto de imagens de satélite com sensores no infravermelho que registram focos de calor (queimadas), onde os pontos das imagens (centro dos “pixels”) são extraídos e inseridos em arquivos para serem utilizados (ver projeto de Queimadas do INPE - <https://queimadas.dgi.inpe.br>).

A Figura 4 mostra exemplo de algumas ocorrências. Algumas fotos de diferentes tipos de ocorrências como focos de calor, descargas elétricas e abalos sísmicos.

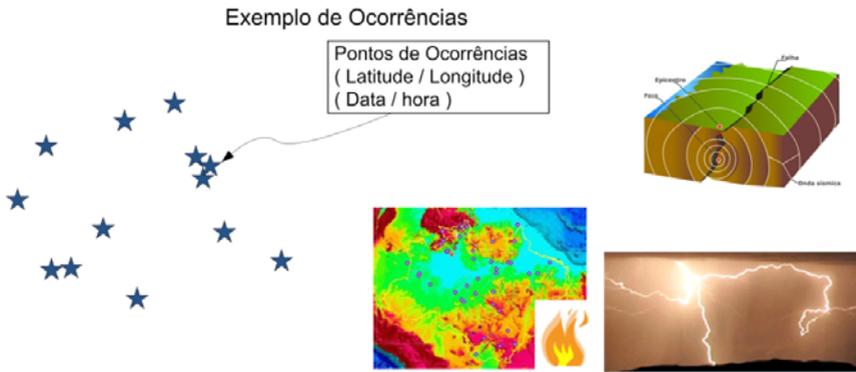


Figura 4. Arquitetura da Plataforma.

1.3 – Matriciais

Os dados matriciais são representados por grades retangulares com diferentes resoluções espaciais (tamanho do elemento ou “pixels” no terreno), tamanhos (número de linhas x colunas), quantizações (número de *bits* para cada elemento da grade), tipo (matrizes de inteiros ou ponto flutuante) e número de camadas (ou bandas). Tais dados podem ser obtidos por equipamentos como radares meteorológicos, por sensores remotos como satélites ou aerotransportado, ou ainda por técnicas computacionais como interpolação de modelos numéricos de tempo.

Na prática tais dados podem ser classificados como **observacionais** ou de **previsão**. Os dados observacionais refletem alguma propriedade do meio ambiente obtida para a situação atual e o seu passado, por exemplo, uma grade de precipitação. Os dados de previsão são obtidos por modelos matemáticos que quando executados, um conjunto de variáveis são calculadas ou estimadas a partir do horário atual e o futuro (algumas horas, dias ou até meses).

Veremos que os dados de observação estão disponíveis em arquivos (grades) obtidos ao passar do tempo e neste caso um conjunto de operadores da plataforma está disponível para processar o último dado coletado e seu passado. Já os dados de previsão um conjunto de arquivos empilhados (grades multidimensionais) representam a hora atual e o futuro, e neste caso, outro conjunto de operadores estará disponível. A Figura 5 mostra exemplo de algumas grades de observação como imagens de satélite ou radar e um arquivo de previsão contendo várias camadas ou horários de uma variável prevista por um supercomputador.

Exemplo de Grades e observação e previsão

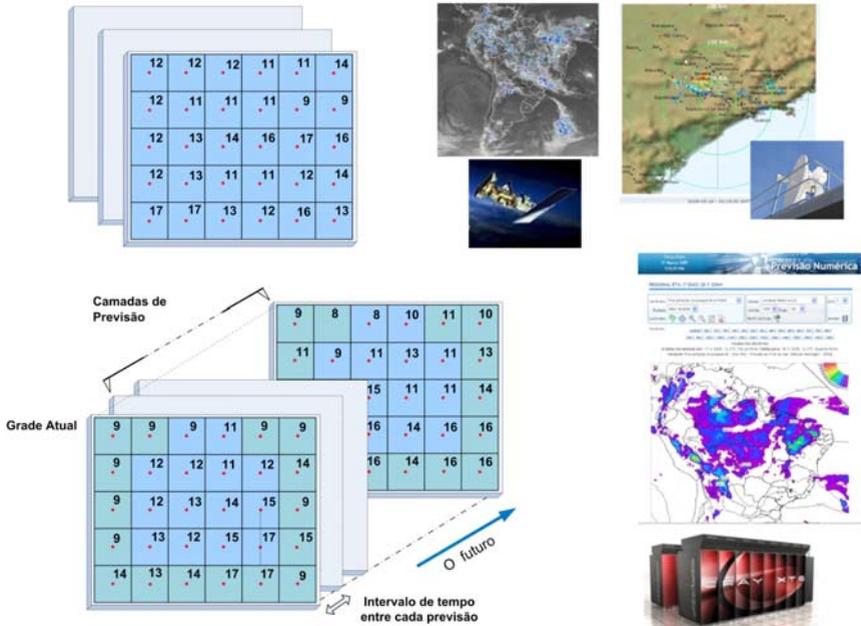


Figura 5. Arquitetura da Plataforma.

II - Dados Estáticos

Dados estáticos podem ser agrupados em dois tipos básicos: Vetoriais e Matriciais. Para utilizar estes dados na plataforma é importante que os mesmos estejam geograficamente ajustados a um sistema de referência cartográfico. Portanto, utilize um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para fazer os ajustes que foram necessários para depois utilizar seus mapas na TerraMA².

II.1 – Vetoriais

Nos dados estáticos vetoriais a representação de um elemento ou objeto do espaço geográfico é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos. Mapas com estas representações normalmente têm um conjunto de atributos associados na forma de tabelas. A Figura 6 mostra três formas básicas da representação vetorial e um mapa de polígonos associado a sua tabela de atributos. Veremos que um mapa desse tipo poderá ser utilizado em análises e receberá a denominação de objeto monitorado.

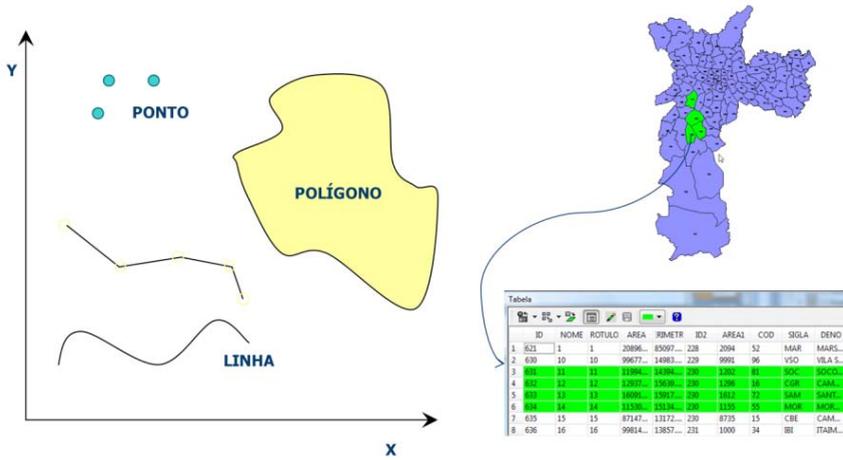


Figura 6. Representação vetorial e exemplo de polígonos com atributos.

II.2 – Matriciais

Dados matriciais estáticos têm uma representação que consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula.

A Figura 7 mostra a representação matricial de uma grade retangular. Os valores da grade podem assumir diferentes quantizações, isto é, matriz de inteiros positivos, reais ou índice associados a uma tabela de cores.

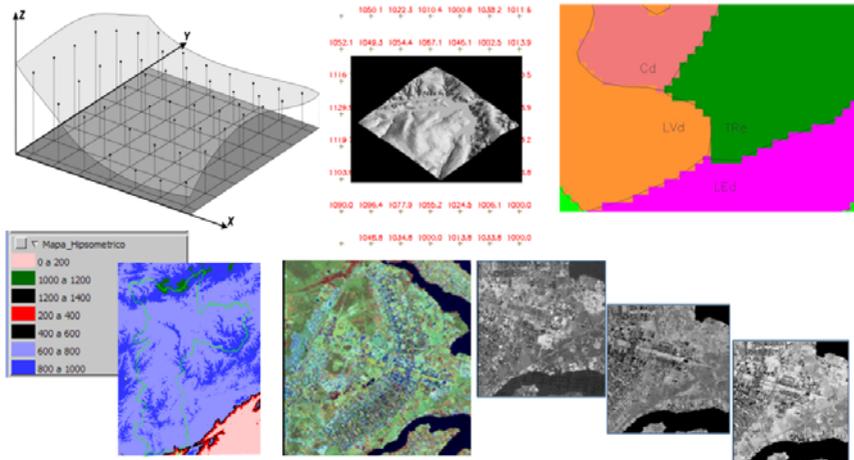


Figura 7. Representação matricial de dados estáticos.

Administração de Projetos e Análises

O módulo de administração da plataforma TerraMA² utiliza uma interface *web* que pode ser inicializada a partir de qualquer navegador. O acesso ao módulo é somente por um usuário cadastrado que terá acesso a interface apresentada na Figura 8, com destaque aos principais componentes. Nesse, o usuário administra as contas de usuário, serviços e os projetos que contém as definições dos servidores de dados, dados dinâmicos, dados estáticos, análises e alertas, entre outras opções.

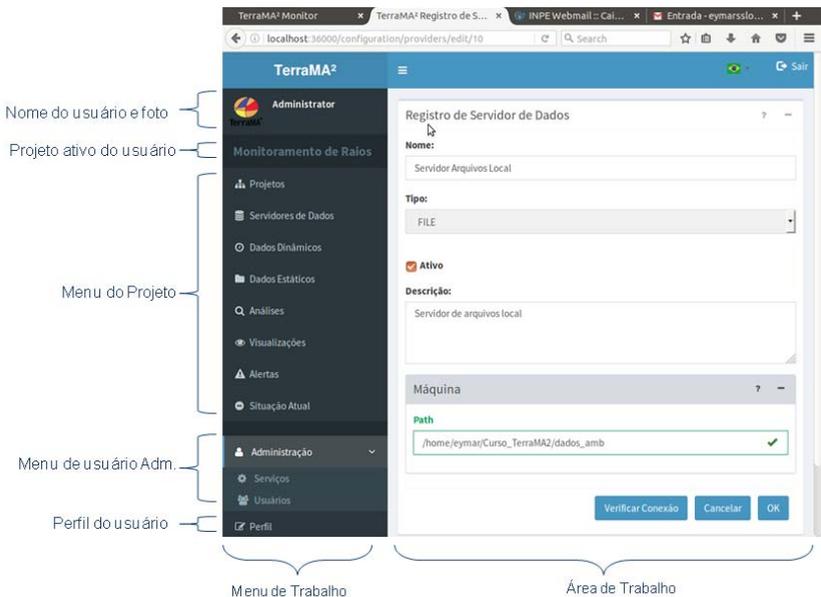


Figura 8. Módulo de Administração.

Na TerraMA² são três tipos de análises suportadas. A seguir uma breve descrição dos tipos:

- **Análises baseadas em Objetos Monitorados:** É o principal tipo de análise utilizada. Neste tipo de análise, um dado estático vetorial (objeto monitorado), com representação geométrica de pontos, linhas ou polígonos, são sobrepostos a dados dinâmicos (grades, PCD ou ocorrências) para produzirem novos dados dinâmicos na forma de uma tabela de atributos que estarão associados ao mapa de objetos monitorados. O esquema apresentado na Figura 9 mostra que a análise requer como entrada; um mapa vetorial previamente disponível como dado estático, dados dinâmicos cadastrados e um modelo de análise escrito em *Python*. Como saída, gera-se uma tabela com os resultados da análise.

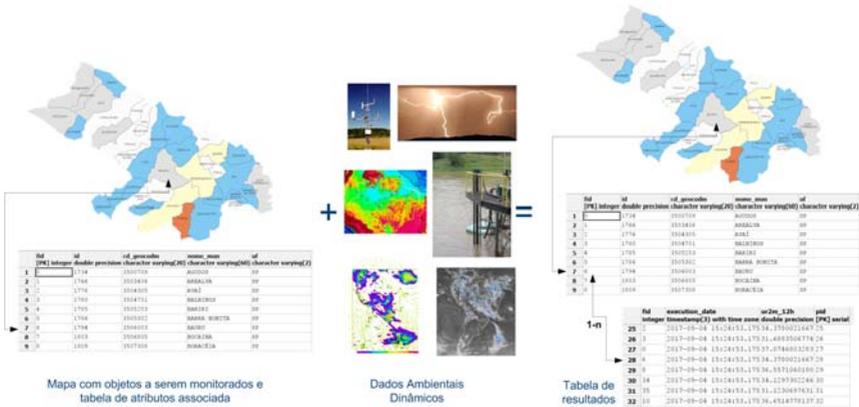


Figura 9. Esquema de uma análise com base em objeto monitorado.

➤ **Análises baseadas em dados matriciais:** São análises que têm por objetivo a criação de novas matrizes dinâmicas com base na aplicação de um modelo matemático sobre dados estáticos e dinâmicos, ambos matriciais. O esquema apresentado na Figura 10 mostra que a análise requer como entrada; dados estáticos matriciais (não obrigatório), dados dinâmicos matriciais cadastrados (pelo menos um) e um modelo de análise escrito em *Python*. Como saída, gera-se um novo dado dinâmico matricial.

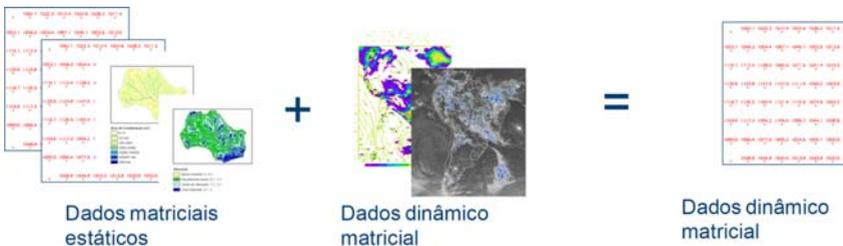


Figura 10. Esquema de uma análise com base em grades.

➤ **Análises baseadas em PCD:** Neste tipo de análise, uma fonte de dados do tipo PCD fornece um conjunto de pontos a serem analisados. Para cada um destes pontos será aplicada individualmente uma regra de análise fornecida pelo usuário para definir um novo valor de atributo. O esquema apresentado na Figura 11 mostra

que a análise requer como entrada; uma série de dados dinâmicos do tipo PCD e um modelo de análise escrito em *Python*. Como saída, gera-se uma tabela com os resultados da análise.

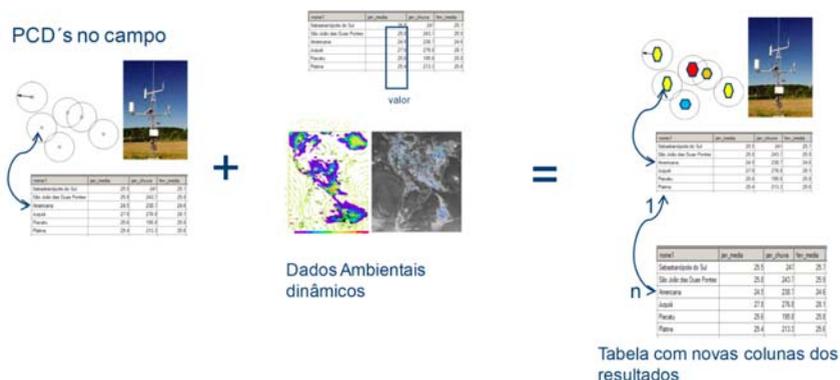


Figura 11. Esquema de uma análise com base em PCD.

Após definir e coletar dados estáticos e dinâmicos e de realizar análises, o usuário da plataforma TerraMA² poderá definir a visualização que todos os dados e análises disponíveis. O servidor de mapas Geoserver (<http://geoserver.org/>) é utilizado para publicar as visualizações. Alertas também são configurados para serem apresentados no módulo de monitoramento e para notificações de situações críticas apontadas a partir dos dados dinâmicos e análises. As Visualizações e alertas podem ser publicadas sem restrições para qualquer pessoa que acesse a aplicação web ou de modo privado (restrito) exigindo nome e senha de usuários cadastrados.

Módulo de Monitoramento Web

O aplicativo web “Módulo de Monitoramento” é o produto para os usuários finais que terão acesso a tudo que foi publicado pelo Módulo de Administração. Camadas de acesso restrito exigem “login” de usuário para ter acesso a estas camadas. A Figura 12 mostra a tela do módulo de monitoramento e suas principais componentes.

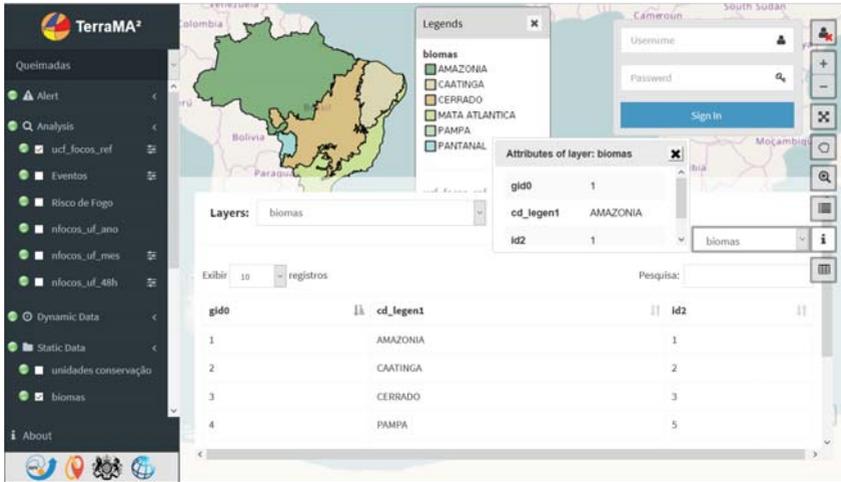


Figura 12. Módulo de monitoramento da plataforma TerraMA².

As opções do menu lateral são:

- **Projetos** : Escolha do projeto para ser apresentado os dados e alertas.
- **Alertas** : Mostra os alertas definidos no menu “Alertas” do Mod. Adm.
- **Análises** : Mostra as dados dinâmicos resultado de análises.
- **Dados Dinâmicos** : Mostra dados dinâmicos de Ocorrências, PCD e Matriciais.
- **Dados Estáticos** : Mostra dados estáticos vetoriais ou matriciais.
- **Template** : Opções de plano de fundo. Por padrão será apresentado.
- **Customizadas** : Habilita qualquer outra camada disponível na WEB através de serviços WMS.

As principais ferramentas desse módulo são:

- Legendas: exibe legendas de todas as camadas visíveis automaticamente



- Informações: exibe os atributos de um objeto da camada selecionada ao clicar na tela de desenho

Attributes of layer: Municípios Afetados ✕

geocodigo	3304201
nome	Resende
uf	RJ
id_uf	33
regiao	Sudeste
mesoregiao	SUL FLUMINENSE
microregia	VALE DO PARAIBA FLUMINENSE
latitude	-22.469
longitude	-44.447

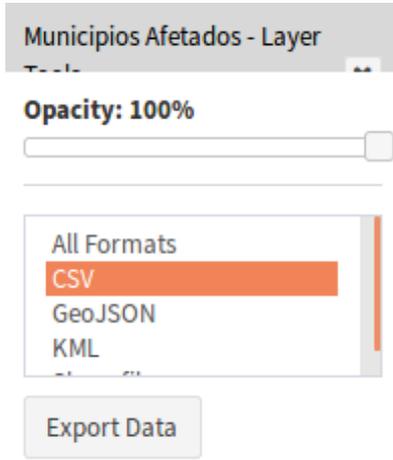
- Atributos: exibe tabela de atributos da camada selecionada. Recurso de pesquisa e ordem dos atributos podem ser aplicadas sobre a tabela.

Layers: Municípios Afetados

Exibir 10 registros Pesquisa:

geocodigo	nome	uf	id_uf	regiao	mesoregiao	microregia	latitude	longitude	sede	chuvacum
3101201	Alaruoca	MG	31	Sudeste	SUL/SUDOESTE DE MINAS	ANDRELANDIA	-21.976	-44.603	True	80
3101300	Alagoa	MG	31	Sudeste	SUL/SUDOESTE DE MINAS	SAO LOURENCO	-22.171	-44.642	True	80
3102803	Andrelândia	MG	31	Sudeste	SUL/SUDOESTE DE MINAS	ANDRELANDIA	-21.74	-44.309	True	90
3103603	Arantina	MG	31	Sudeste	SUL/SUDOESTE DE MINAS	ANDRELANDIA	-21.911	-44.256	True	90
3104908	Baependi	MG	31	Sudeste	SUL/SUDOESTE DE MINAS	SAO LOURENCO	-21.959	-44.89	True	90

- Ferramentas: exibe ferramentas da camada selecionada. Pode-se alterar a opacidade da camada e para camadas vetoriais pode-se exportar a camada escolhida para alguns formatos compatíveis com a maioria dos sistemas de geoprocessamento.



Ao lado esquerdo de cada camada disponível e também dos itens de menu há uma sinalização com o seguinte significado:

- (verde): Não há novos dados na camada em questão.
- (laranja piscante): Novos dados estão disponíveis na camada em questão
- (vermelho piscante): Novos alertas no menu Alertas disponíveis



SOBRE OS ORGANIZADORES

David Stevens - Geógrafo e Assessor de Programas Sênior do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR). E-mail: dstevens@eird.org

Eymar Silva Sampaio Lopes - Graduado em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1990), mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1994) e doutorado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2006). Atualmente é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG, escorregamentos e desastres naturais. Coordena o projeto de desenvolvimento da plataforma de monitoramento, análise e alerta a riscos ambientais (TerraMA²). Chefe substituto da Divisão de Processamento de Dados - DPI/INPE. Presidente da Associação Latino-americana em Sensoriamento Remoto - Selper Capítulo Brasil. E-mail: eymar.lopes@inpe.br

Evandro Antonio Cavarsan - Possui formação Militar como 2º Sargento Combatente de Comunicações no Exército Brasileiro(1993); graduação em Geografia pela Universidade do Sagrado Coração (2002), bacharel em Geografia pela Universidade do Sagrado Coração (2004), especialização em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (2004) e mestrado em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (2007). Atua como Geógrafo e Coordenador Chefe de Operações de Defesa Civil e membro do CIADEN - Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais. Tem experiência nas áreas de Defesa Civil, Geografia e Gestão Ambiental com ênfase em Geotecnologias, Biogeografia, Climatologia, Geomorfologia e Geologia, atuando principalmente nos seguintes temas: desastres naturais, defesa civil, segurança e gerenciamento de desastres, meio ambiente, preservação, manejo florestal, prevenção e combate a incêndios florestais, elaboração de laudos periciais; EIA - Estudo de Impacto Ambiental e RIMA - Relatório de Impacto Ambiental, também atua como professor universitário em cursos e palestras. Foi aluno do Programa Latino Americano de Certificação para Especialistas em Resposta de Emergências da TEEX Texas Engineering Extension Service; Emergency Services Training Institute no Campus da Texas A & M University - College Station Texas - USA . E-mail: evandrocavar@hotmail.com

José Misael Ferreira do Vale - Professor de Filosofia pela USP. Professor de Filosofia da Educação em Curso de Pedagogia. Orientador de cursos de mestrado e doutorado. Autor de inúmeros textos sobre educação escolar. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru e um dos fundadores da revista *Ciência Geográfica*. E-mail: jmisaelvale@yahoo.com.br

Lourenço Magnoni Júnior - Coordenador técnico-científico do Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação INOVA do Centro Paula Souza. Professor da Fatec Lins, da Etec de Cabrália Paulista e da Etec Rodrigues de Abreu de Bauru. Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru e do Comitê Editorial da Revista *Ciência Geográfica*. E-mail: lourenco.junior@fatec.sp.gov.br

Maria da Graça Mello Magnoni - Professora Assistente Doutora do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências (FC) da/UNESP/Campus Bauru e Professora do Programa de Pós-Graduação Mídia e Tecnologia da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru-SP e do Comitê Editorial da Revista *Ciência Geográfica*. E-mail: sofia@fc.unesp.br

Tabita Teixeira - Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Fatec Jaú (2012). Especialista em Educação Ambiental para a Sustentabilidade (2015). Mestranda profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais da USP. Técnica do Instituto Pró-Terra, Diretora Cultural da ASJA – Associação dos Surdos de Jaú e Região e Educadora do curso semi-presencial de Licenciatura em Ciências da USP - Polo de Jaú - SP. E-mail: tabitateixeira@gmail.com

Wellington dos Santos Figueiredo - Geógrafo e Pedagogo. Mestre em Comunicação Midiática (UNESP-Bauru). Doutorando em Mídia e Tecnologia (UNESP-Bauru). Membro da Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Local Bauru – SP e do Comitê Editorial da Revista *Ciência Geográfica*. Professor da Escola Técnica Estadual “Astor de Mattos Carvalho”, Cabrália Paulista - SP (Centro Paula Souza). Pesquisador do Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN/INPE/Agência de Inovação INOVA Paula Souza do Centro Paula Souza. E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br

Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano

Organizadores

Lourenço Magnoni Júnior
David Stevens
Eymar Silva Sampaio Lopes
Evandro Antonio Cavarsan
José Misael Ferreira do Vale
Maria da Graça Mello Magnoni
Tabita Teixeira
Wellington dos Santos Figueiredo



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-99697-89-4



9 788599 697894