

# RISCOS, VULNERABILIDADES E DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS:

concepções e estudos de caso

---

Marcelo de Oliveira Moura

Camila Cunico

Daisy Beserra Lucena

(Organizadores)



# **RISCOS, VULNERABILIDADES E DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS**

CONCEPÇÕES E ESTUDOS DE CASO



## UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

**Valdiney Veloso Gouveia**  
Reitor

**Liana Filgueira Albuquerque**  
Vice-Reitora



**Natanael Antônio dos Santos**  
Diretor Geral da Editora UFPB

**Everton Silva do Nascimento**  
Coordenador do Setor de Administração

**Gregório Ataíde Pereira Vasconcelos**  
Coordenador do Setor de Editoração

### CONSELHO EDITORIAL

**Cristiano das Neves Almeida** (Ciências Exatas e da Natureza)

**José Humberto Vilar da Silva** (Ciências Agrárias)

**Julio Afonso Sá de Pinho Neto** (Ciências Sociais e Aplicadas)

**Márcio André Veras Machado** (Ciências Sociais e Aplicadas)

**Maria de Fátima Alcântara Barros** (Ciências da Saúde)

**Maria Patrícia Lopes Goldfarb** (Ciências Humanas)

**Elaine Cristina Cintra** (Linguística e das Letras)

**Regina Celi Mendes Pereira da Silva** (Linguística e das Letras)

**Ulrich Vasconcelos da Rocha Gomes** (Ciências Biológicas)

**Raphael Abrahão** (Engenharias)

Editora filiada à



Marcelo de Oliveira Moura  
Camila Cunico  
Daisy Beserra Lucena  
(Organizadores)

**RISCOS, VULNERABILIDADES E  
DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS:**  
concepções e estudos de caso

Editora UFPB  
João Pessoa – PB  
2023

1ª Edição – 2023

E-book aprovado para publicação através do Edital nº 01/2022 – Editora UFPB.

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do código penal.

O CONTEÚDO DESTA PUBLICAÇÃO, SEU TEOR, SUA REVISÃO E SUA NORMALIZAÇÃO SÃO DE INTEIRA RESPONSABILIDADE DO(S) AUTOR(ES).

Projeto gráfico · Editora UFPB  
Edição eletrônica e design de capa · Ana Gabriella Carvalho  
Imagem de capa · Camila Cunico

Catálogo na publicação

---

R595	Riscos, vulnerabilidades e desastres socioambientais : concepções e estudos de caso [recurso eletrônico] / Marcelo de Oliveira Moura, Camila Cunico, Daisy Beserra Lucena (organizadores). - Dados eletrônicos - João Pessoa : Editora UFPB, 2023.  E-book. Modo de acesso: editora.ufpb.br ISBN: 978-65-5942-215-9  1. Geografia física. 2. Climatologia geográfica. 3. Desastres naturais. 4. Vulnerabilidade socioambiental. I. Moura, Marcelo de Oliveira. II. Cunico, Camila. III. Lucena, Daisy Beserra. IV. Título.
UFPB/BC	CDU 911.2

---

OS DIREITOS DE PROPRIEDADE DESTA EDIÇÃO SÃO RESERVADOS À:



Cidade Universitária, Campus I – Prédio da Editora Universitária, s/n  
João Pessoa – PB CEP 58.051-970  
<http://www.editora.ufpb.br> E-mail: [editora@ufpb.br](mailto:editora@ufpb.br) Fone: (83) 3216.7147

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>ELABORAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PESQUISA EM PERCEÇÃO DE RISCOS: SUBSÍDIOS METODOLÓGICOS</b>	<b>10</b>
<i>George Luiz Pereira Santos Lucas Barbosa e Souza</i>	
<b>UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SOB A PERSPECTIVA GEOGRÁFICA</b>	<b>31</b>
<i>Pedro Murara</i>	
<b>MUNICÍPIOS COM ELEVADO ÍNDICE DE RISCOS DE DESASTRES DE INUNDAÇÕES (IRDI) NO ESTADO DA PARAÍBA: ANÁLISE INTRAMUNICIPAL DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL</b>	<b>49</b>
<i>Dennis Patrício de Araújo Alexandre Daniel Augusto Procópio Costa Bastos Camila Cunico</i>	
<b>MAPEAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DO RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS, PERNAMBUCO</b>	<b>69</b>
<i>Cristiana Coutinho Duarte Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley Ayobami Badiru Moreira</i>	
<b>MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA</b>	<b>88</b>
<i>Rejane do Nascimento da Silva Camila Cunico Daisy Beserra Lucena</i>	
<b>ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS DESASTRES HIDROCLIMÁTICOS NO ESTADO DA PARAÍBA</b>	<b>105</b>
<i>Wanessa Janinne Eloy da Silva Marcelo de Oliveira Moura</i>	

<b>MEMÓRIAS DOS DESASTRES AMBIENTAIS: UMA LINHA PARA A PESQUISA NA CIDADE DO CRATO, CEARÁ</b>	<b>121</b>
<i>Antônia Carlos da Silva</i> <i>Marcelo de Oliveira Moura</i>	
<b>EDUCAÇÃO EM REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES NO CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS PARA O ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO TRANSFORMADOR</b>	<b>132</b>
<i>Allan Yu Iwama</i> <i>Rafael S. Damasceno Pereira</i> <i>Débora Olivato</i> <i>Rachel Trajber</i> <i>Patrícia Mie Matsuo</i>	
<b>RESSACAS OCEÂNICAS: PADRÕES E TENDÊNCIAS EM SETORES DA COSTA BRASILEIRA</b>	<b>150</b>
<i>Lucí Hidalgo Nunes</i>	
<b>A VARIABILIDADE DAS CHUVAS E A <i>COMMODITY</i> SOJA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS-BRASIL), IMPACTOS NA SAFRA 2021/2022</b>	<b>161</b>
<i>Lorrane Barbosa Alves</i> <i>Charlei Aparecido da Silva</i>	
<b>IMPACTOS DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA AGRICULTURA DE SEQUEIRO NO MUNICÍPIO DE DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO, CEARÁ</b>	<b>181</b>
<i>Flavio Medeiros Pinheiro</i> <i>João Luís Sampaio Olímpio</i>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b>	<b>198</b>
<b>SOBRE OS AUTORES</b>	<b>200</b>

# APRESENTAÇÃO

Frente às inúmeras notícias, fatos e relatos que acompanhamos nos últimos anos acerca de desastres ambientais, principalmente, em áreas urbanas, verifica-se o aumento de estudos, reflexões e discussões a respeito de eventos hidrometeorológicos, vulnerabilidade social, intervenções antropogênicas e riscos, bem como a repercussão na sociedade e no ambiente. Isto se reveste de importância para o planejamento ambiental territorial, sobretudo para ações de curto, médio e longo prazo que tenham como metas a redução das vulnerabilidades, aumento da resiliência e da capacidade de enfrentamento, diante da materialização dos cenários de riscos.

De acordo com o *Emergency Events Database* – EM-DAT (tradução livre, Banco de Dados de Eventos de Emergência), em 2021 foi registrado 432 eventos catastróficos – aproximadamente 21% superior à média de eventos anuais para o período de 2001 a 2020 – relacionados a desastres ambientais em todo o mundo, com 10.492 mortes, 101,8 milhões de pessoas afetadas e aproximadamente 252,1 bilhões de dólares em perdas econômicas. Esses dados reforçam, ainda mais, a atenção e a necessidade de conhecimento e de informação acerca da temática.

Um levantamento, de natureza bibliométrica, na base de dados *Web of Science*, realizado por pesquisadores do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), revelou que, tratando da temática *natural disasters or social and environmental vulnerability*, pesquisas realizadas até a data de 30/06/2021, resultou um total de 5.441 registros. Observou-se um aumento na quantidade de publicações a partir do ano de 2010, com o volume de artigos no ano de 2020, com mais de 650 registros. Ademais, esses estudos advêm de várias áreas do conhecimento, incluindo a geografia.

As informações em tela revelam a necessidade de ampliar o conhecimento da temática que envolve a análise dos desastres, dos riscos e das vulnerabilidades, bem como evidenciam a pertinência da concepção socioambiental na compreensão das problemáticas emergentes no mundo contemporâneo. Nas ciências ambientais e na geografia se destacam textos como de Cutter



(1996) intitulado “*Vulnerability to enviromental hazards*”, um dos pioneiros na discussão dos componentes da vulnerabilidade. Suas análises e discussões foram aprimoradas em dezenas de publicações, das quais também menciona-se: “*The Vulnerability of science and the science of vulnerability*”, de 2003; e “*Vulnerability Science: Models, Methods, and Indicators*”, de 2011.

Ainda no campo das produções científicas internacionais, também merecem destaque as seguintes obras: “*Risques et Catastrophes. Observer Spatialiser-Comprendre-Gérer*” (DAUPHINÉ, 2001); “*Vulnerability*” (ADGER, 2006); “*Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards disaster resilient societies*” (BIRKMANN, 2006) e “*Marco conceptual sobre activos, vulnerabilidad y estructura de oportunidades*” (KAZTMAN; FILGUEIRA, 2009).

No âmbito nacional, o destaque é a contribuição do geógrafo Francisco de Assis Mendonça (2001), por meio do artigo intitulado “Geografia Socioambiental”, bem como outros trabalhos de sua autoria: “Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba”, de 2004; “Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática”, de 2010. Também merecem destaque duas obras organizadas por esse pesquisador: “Riscos Climáticos: Vulnerabilidades e Resiliência Associados” de 2014; e “Riscos Híbridos: Concepções e Perspectivas Socioambientais” de 2021.

Avanços significativos na concepção metodológica e nas questões relacionadas às definições conceituais também foram produzidas pelos pesquisadores Eduardo Marandola Júnior e Daniel Joseph Hogan, por meio de estudos de cunho geográfico sobre os riscos e os perigos. Destaca-se também as publicações com aplicações práticas, em diferentes escalas e recortes espaciais, produzidos sob a coordenação do geógrafo Lutiane Queiroz de Almeida, a exemplo do trabalho: “Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações”, divulgado no ano de 2012.

Mesmo com uma produção científica robusta, ainda existem muitas lacunas, sejam no campo da definição conceitual, das concepções teórico-metodológicas, ou mesmo da aplicabilidade em distintos recortes espaciais. Dito isso, organizamos a coletânea “**Riscos, Vulnerabilidades e Desastres**

**Socioambientais: concepções e estudos de caso**” numa tentativa de reunir trabalhos que possam contribuir para o melhor entendimento das aplicações teóricas, metodológicas e técnicas frente ao temário estampado no título da obra.

A proposta da coletânea foi de agregar contribuições de pesquisadores que atuam direta e indiretamente no campo do saber das temáticas dos riscos, das vulnerabilidades e dos desastres ambientais, com proposições e aplicações em diferentes contextos e recortes espaciais representativos das cinco regiões geográficas do Brasil.

A obra é composta por 11 capítulos de autoria de membros do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB, além da autoria de pesquisadores oriundos de mais seis outras Instituições de Ensino Superior do Brasil e de uma agência nacional de pesquisa (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN).

Nas linhas finais dessa apresentação desejamos que o leitor possa se debruçar nas reflexões e nos achados impressos por nossos pesquisadores em seus textos. Igualmente desejamos que a leitura dessa coletânea possa incentivar a realização de novos estudos socioambientais frente as diferentes abordagens associadas aos riscos, as vulnerabilidades e os estudos sobre os desastres ambientais e de sua redução no território brasileiro. Boa leitura!

*Os organizadores.*

# ELABORAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PESQUISA EM PERCEPÇÃO DE RISCOS: SUBSÍDIOS METODOLÓGICOS

*George Luiz Pereira Santos  
Lucas Barbosa e Souza*

## **1 Abordagem perceptiva dos riscos e suas especificidades metodológicas**

Os estudos sobre percepção de riscos constituem um tipo especial de investigação qualitativa iniciado na década de 1960, nos EUA, e cujo enfoque encontra-se no aspecto subjetivo da relação entre as pessoas e as diferentes situações de risco ambiental que vivenciam. Compõem levantamentos com a capacidade de auxiliar no desenho de intervenções junto a comunidades em áreas de risco, assim como atividades de educação ambiental e de comunicação para a prevenção de acidentes (SOUZA; ZANELLA, 2010).

Compreende-se que o correto dimensionamento dessas ações depende do prévio conhecimento de como o risco é percebido e avaliado pelos sujeitos nessas áreas, bem como de suas condutas e escolhas frente às situações de risco. Logo, espera-se uma melhor interlocução entre as partes envolvidas, com especial respeito aos valores e conhecimentos das comunidades cujo cotidiano é muitas vezes marcado por situações de perigo, como aquelas instaladas em fundos de vale, sujeitos a inundações.

Todavia, poucos materiais oferecem algum tipo de suporte metodológico específico para esse modelo de investigação, principalmente no intuito de melhor orientar os responsáveis quanto à elaboração de seus instrumentos de pesquisa, como roteiros de entrevista para a aplicação em campo. É usual que novos estudos empíricos tomem como referência metodológica estudos anteriores, realizados em outros locais, tomando-os como base para o delineamento de questões e procedimentos de coleta, guardadas as possibilidades de adaptação a diferentes contextos sociais, culturais e tipologias de riscos, por exemplo.

Com base em uma experiência em desenvolvimento junto a comunidades em áreas de risco de inundações em cidades acreanas, na Região Norte do Brasil, este capítulo tem como propósito oferecer algum subsídio inicial para preencher essa lacuna metodológica. Busca-se indicar os cuidados para a elaboração e o teste de um instrumento nos moldes assinalados, até a obtenção de sua versão definitiva, adequada aos objetivos da investigação e adaptada às condições de coleta em campo. Trata-se de um esforço vinculado à tese de doutorado do primeiro autor, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (PGCIAMB), da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

O caráter qualitativo é um elemento distintivo em estudos de percepção de riscos. Exatamente por abordar questões propriamente subjetivas, que podem variar sensivelmente entre os sujeitos, são pesquisas interessadas em sentidos atribuídos por experiências perceptivas e mediadas por filtros pessoais. Por essas características, constituem variáveis incapazes de serem reduzidas a medidas de caráter quantitativo ou matemático (BELLO, 2004; BICUDO, 2011). Há, nesse ponto, uma influência fenomenológica sobre o campo temático da percepção de riscos, cujo espectro mais amplo encontra-se na própria percepção ambiental. Mesmo que convencionalmente não ocorra um compromisso com a aplicação do método fenomenológico em senso estrito, um espírito fenomenológico se faz presente, de modo similar a outros estudos com enfoque na subjetividade (SOUZA, 2013; 2017).

Em termos operacionais, a entrevista dirigida, ou um roteiro estruturado de questões a serem preenchidas pelo próprio pesquisador em campo, é o modelo de instrumento mais comumente empregado em estudos sobre percepção de riscos. É uma estratégia bastante visualizada em diferentes estudos empíricos brasileiros, desde a década de 1990 (XAVIER, 1996). Nesse caso, é o pesquisador quem conduz a entrevista, com questões abertas e fechadas, e também com questões inspiradas em testes psicológicos, a exemplo dos recursos indicados por Whyte (1977).

Anne V. T. Whyte foi a responsável pelo famoso *Guidelines for field studies in environmental perception*, publicado em 1977 como nota técnica do projeto MAB (Man and the Biosphere), da UNESCO (Organização das Nações Unidas

para a Educação, a Ciência e a Cultura). Como o nome indica, constitui um guia prático para o planeamento de trabalhos de campo em percepção ambiental, cuja aplicação se estendeu largamente à percepção de riscos. O emprego da entrevista dirigida é uma das estratégias apresentadas pelo guia, como forma de operacionalizar uma abordagem que envolve fazer perguntas e se colocar a ouvir os sujeitos participantes da investigação. Ainda nesse guia, constam também estratégias sob o formato de testes, que podem envolver recursos gráficos ou verbais, como a interpretação de imagens, a projeção de histórias e situações, os mapas mentais, entre outros recursos (WHYTE, 1977).

Nesse capítulo, em especial, o enfoque está voltado à elaboração, teste e adequação de um instrumento de pesquisa para entrevista dirigida (estruturada), a ser preenchido em campo diretamente pelo pesquisador, segundo os moldes anteriormente mencionados. Assim, os itens seguintes farão alusão às etapas observadas até a obtenção da versão final do instrumento de pesquisa.

## **2 Elaboração do instrumento de pesquisa, teste e adequações**

O ponto de partida para a construção de um roteiro de entrevista estruturada é sempre um projeto bem delineado, com objetivos e recortes claros. Uma vez definidos esses elementos, a elaboração do instrumento de pesquisa torna-se facilitada, pois este será o meio pelo qual os objetivos serão alcançados. Em outras palavras, é necessário definir, em um primeiro momento, o que efetivamente se deseja conhecer no campo da percepção dos riscos, considerando o que está delineado como problema de pesquisa. Diferentes aspectos subjetivos da relação com o risco podem ser alvos de investigação, como a percepção sobre aspectos condicionantes e deflagradores de acidentes, limiares de segurança, condutas e ações frente ao risco, entre outros (SOUZA; ZANELLA, 2010).

Existem excelentes textos com orientações sobre as diferentes fases de preparação, realização e análise de entrevistas qualitativas, a exemplo de Poupart (2008) e de Gaskell (2013). De modo geral, um bom instrumento com essa finalidade deve contemplar efetivamente aos objetivos previamente

definidos, sem excessos e perguntas desnecessárias, redundâncias e repetições. São características que contribuem para um maior tempo de aplicação, sistematização e análise, sobretudo causando inconvenientes para os sujeitos que responderão às perguntas em diferentes situações de campo. O intuito é o de causar o menor transtorno ou desconforto possível aos participantes, que haverão de contribuir com a pesquisa de forma voluntária. Considera-se ideal, então, avaliar o conjunto de questões no sentido de sua pertinência aos objetivos da investigação, cortando-se tudo aquilo que estiver ultrapassando tais limites.

Um ponto importante a ser observado diz respeito à ordem ou sequência das perguntas. Elas devem estar organizadas segundo um sentido lógico e inteligível, dentro de um enredo linear que possibilite a construção de uma narrativa igualmente inteligível por parte do pesquisador em sua interpretação, seja no texto, relatório ou comunicação de sua pesquisa. Logo, os temas devem ser introduzidos de maneira gradual, buscando o seu aprofundamento por meio das questões subsequentes.

A linguagem dos enunciados também é outro ponto fundamental para um bom instrumento de pesquisa, com vistas a sua perfeita compreensão por parte dos sujeitos. Nesse quesito, é necessário respeitar as características de instrução formal dos participantes, se são alfabetizados ou não, e mesmo se estão acostumados a participar de situações de pesquisa, concessão de entrevistas, etc. É preciso considerar, inclusive, o desconhecimento de termos técnicos pelos participantes e o eventual uso de termos correlatos em linguagem coloquial ou comum.

O importante é que não haja necessidade de explicar a questão aos sujeitos, o que levará o pesquisador a formular a pergunta de outro modo ou ainda a fornecer exemplos de respostas. Tais situações indicam que a linguagem não está suficientemente inteligível e que deverá ser reavaliada pelo pesquisador, já que intervenções explicativas poderão introduzir vieses indesejados na investigação.

De posse de uma primeira versão do instrumento de pesquisa, devem ser observadas as condições de campo, como o tempo necessário para a aplicação individual do instrumento, o momento mais propício (dia da semana ou hora do dia), a forma de amostragem, a necessidade de agendamento com os sujeitos, as

condições de aplicação em campo (em via pública, na moradia do participante etc.) e a postura do pesquisador. Até mesmo o uso de uma vestimenta “neutra” poderá evitar mensagens indesejadas (por exemplo, relacionadas a preferências político-partidárias) e capazes de influenciar negativamente na qualidade da pesquisa. Todos esses componentes devem ser focalizados por ocasião do teste do instrumento, a fim de que possam sofrer as adequações necessárias para a sua aplicação definitiva, em momento posterior.

Considera-se ideal que o projeto e o instrumento sejam submetidos a algum comitê de ética em pesquisa (CEP) disponível na localidade ou estado em que o estudo esteja sendo realizado ou sediado, no intuito de ampliar as garantias para todas as partes envolvidas no processo de investigação. No caso específico de pesquisas sobre riscos ambientais, a anuência e/ou apoio de entidades como a Defesa Civil, prefeituras municipais, escolas, associações comunitárias e organizações não-governamentais (ONGs) que gozem de boa reputação junto aos participantes pode constituir uma excelente estratégia para a melhoria da interlocução, aumento de confiança e adesão voluntária.

Infelizmente, muitas áreas de risco ambiental são também áreas socialmente excluídas, de urbanização precária e de ocupação espontânea ou irregular, onde se territorializa o crime organizado, a exemplo de traficantes de drogas e de milícias. Logo, como externalidade, a questão da segurança do pesquisador em situações de campo adquire importância fundamental no planejamento da pesquisa. É necessário se informar previamente sobre tais circunstâncias, sendo indicada cautela para a aproximação e estabelecimento dos primeiros contatos em algumas áreas. O uso de informantes ou guias locais, de confiança, poderá auxiliar bastante nesse processo, oferecendo parâmetros úteis ao pesquisador, acompanhando-o durante as atividades em campo ou mesmo intermediando o contato com os sujeitos em suas comunidades.

Recentemente, em virtude da pandemia de COVID-19 (iniciada em 2020), uma outra externalidade passou a ganhar força em situações de pesquisa de campo envolvendo pesquisadores e participantes. Tem-se, nesse caso, um maior receio, justificável, de contato direto com outras pessoas, assim como acontece nos momentos de coleta de dados via entrevista dirigida. Assim, poderá haver

maior dificuldade em termos de aceitação e adesão à pesquisa, o que deve ser manejado com cuidado e respeito por parte do pesquisador, dado o caráter voluntário da participação dos sujeitos.

A área e os participantes selecionados para o teste do instrumento devem se assemelhar àqueles em que ocorrerá a pesquisa definitiva e que compõem o foco do projeto. Na medida do possível, é importante que reflitam condições similares de risco, grau de exposição, condições socioeconômicas e tempo de moradia, entre outras especificidades, a critério do pesquisador. Esse cenário garantirá melhores condições de validação do instrumento, favorecendo sua melhor adequação e consistência final.

Para efeitos desse teste, é possível tomar um número de sujeitos inferior ao número que será empregado na pesquisa definitiva. O critério de qualidade deve ser privilegiado, em detrimento do critério da quantidade da amostra. Como se trata de pesquisa qualitativa e de base subjetiva, normalmente não há pretensões quando à representatividade estatística da amostra, priorizando-se critérios de validade interna dos dados (fidelidade à amostra), e não de validade externa (MOREIRA, 2002). O bom senso do pesquisador é ponto fundamental, indicando o quanto ainda será necessário coletar dados para que o instrumento seja considerado efetivamente testado e alimentado de evidências para as adequações necessárias. A respeito da construção do *corpus* empírico em pesquisas qualitativas, recomenda-se a leitura de Pires (2008) e de Bauer e Aarts (2013), para maior aprofundamento.

Após a experiência do teste e a sistematização de seus resultados, emergem questionamentos como: o instrumento permite atingir adequadamente os objetivos almejados no projeto? São necessárias adequações em termos de sequência, linguagem, inclusão ou retirada de questões? Os tipos de questões desenhadas (abertas, fechadas, baseadas em testes gráficos e verbais etc.) estão adequados? Determinadas condições de campo e cuidados específicos devem ser observados? Em caso de auxílio de outras pessoas para a aplicação, que elementos devem ser observados para o seu correto treinamento e orientação? É notório que instrumentos e procedimentos de coleta devidamente testados sempre passem por adequações posteriores, pois é improvável que o pesquisador



tenha em mente, de antemão, todo o conjunto de circunstâncias que envolvem os sujeitos e o local de uma pesquisa.

O Quadro 1 sistematiza as etapas de preparação de um instrumento de pesquisa, enfatizando o antes, o durante e o depois do seu teste.

**Quadro 1:** Etapas da preparação e do teste de um instrumento de pesquisa em percepção de riscos

Antes	Durante	Depois
Idealização das questões;	Aplicação do teste;	Sistematização dos dados;
Pertinência das questões;	Externalidades negativas (ambiental, social, cultural, segurança etc.);	Pertinência dos resultados;
Características das questões (aberta, fechada, mistas etc.);	Verificação de cuidados e melhor condução dos trabalhos em campo;	Linguagem dos enunciados;
Organização por componentes temáticos;	Tempo necessário para aplicação (individual e total).	Ordem das questões;
Linguagem dos enunciados;		Ajustes necessários.
Ordem das questões;		
Escolha do local e dos participantes para o teste.		
<b>Instrumento pronto para aplicação definitiva</b>		

Organizado pelos autores, 2022

### 3 A experiência de pesquisa no Estado do Acre

A construção e o teste do instrumento de pesquisa no âmbito deste capítulo têm relação direta com os processos de ocorrências de inundações no estado

do Acre, em especial, na cidade de Rio Branco. Como escopo fundamental, tem-se a verificação dos aspectos voltados à percepção de riscos e às condições de resiliência, de caráter qualitativo, obtidos junto aos sujeitos expostos a situações de vulnerabilidade social e ambiental.

Nesse contexto, é importante definir, de maneira cuidadosa, os componentes intrínsecos à pesquisa, no que tange seus aspectos metodológicos, quais sejam: a) o recorte espacial da pesquisa, a partir de suas dimensões regional e local; b) os sujeitos da pesquisa, representados pelos moradores que, a partir da aplicação do instrumento, permitirão compreender suas percepções relacionadas aos riscos e aos processos de resiliência e c) o instrumento, sua análise, aplicação e validação, referindo-se ao roteiro de questões e a todos os procedimentos realizados para a sua operacionalização.

### **3.1 O recorte espacial da pesquisa**

O Estado do Acre, Unidade da Federação localizada na porção mais ocidental do Brasil, é um dos estados da região Norte, tendo a cidade de Rio Branco como sua capital e o aglomerado urbano/rural mais populoso, reunindo 46% da população de todo o estado.

Possui uma privilegiada rede hidrográfica, representada, principalmente, pelas bacias do Rio Juruá (na região oeste do Estado) e do Rio Purus (na região centro leste), tendo o Rio Acre, que corta a capital Rio Branco, como um de seus principais cursos d'água. Em virtude das características de sua ocupação, os municípios acreanos sofrem com ocorrências de inundações (ACRE, 2001).

Nos últimos 20 anos, em especial, o estado tem passado por processos de inundações sucessivas. A cidade de Rio Branco, sob a ótica histórica, cultural, ambiental, geográfica e social, apresenta vulnerabilidade a esses eventos hidrológicos. Historicamente, a capital teve o seu processo de formação às margens do Rio Acre, curso d'água que divide a cidade em dois distritos. Os aspectos culturais envolvem os costumes e tradições relacionados ao rio. Rio Branco também enfrenta os perigos de um período chuvoso rigoroso, que reúne cerca de 75% das chuvas entre os meses de novembro e abril (RIO BRANCO, 2019).

No período compreendido entre os anos de 2009 e 2015, inundações de diversas magnitudes ocorreram na cidade de Rio Branco, de forma sequencial, ocasionando danos e prejuízos de grande envergadura. Inundações históricas ocorreram nos anos de 2012 e de 2015, sendo esta última a maior inundação já registrada (RIO BRANCO, 2019).

No evento de 2012, o Rio Acre atingiu o nível de 17,64m, ultrapassando a cota de transbordamento (14,00m) em 3,64m. Já no ano de 2015, o nível do Rio Acre atingiu a marca de 18,40m, atingindo 4,40m acima da cota de transbordamento.

Em face da ocorrência dessas inundações em Rio Branco, Mesquita (2015) enfatiza as questões de ameaça, exposição e vulnerabilidade da capital acreana a esse tipo de evento. Os danos e prejuízos ocasionados pelas inundações de 2015 ficaram entre 200 e 600 milhões de reais (DOLMAN *et al.*, 2018), o que demonstra que as inundações impactam negativamente a ordem econômica e social da localidade.

A percepção de riscos dos moradores de áreas inundáveis na cidade de Rio Branco já foi motivo de estudos que demonstram a perspectiva de quem sofre com as inundações e suas consequências. Araújo *et al.* (2020), por exemplo, forneceram importante contribuição na porção designada como Baixada da Sobral. Contudo, estudos mais abrangentes mostram-se necessários, no sentido de melhor orientar as ações preventivas.

Em nosso caso, com a finalidade do teste do instrumento de pesquisa, foi selecionado o bairro Seis de agosto, o primeiro aglomerado urbano de Rio Branco, localizado às margens do Rio Acre e um dos primeiros bairros a serem atingidos pelas inundações. É nesse bairro onde fica localizada a régua linimétrica, instrumento que indica o nível do Rio Acre, na capital. Instalada nessa localidade desde o final da década de 1960, essa régua proporciona uma série histórica de mais de 50 anos, integrando a Plataforma de Coleta de Dados (PCD) da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). Ainda que a leitura da régua linimétrica instalada nesse bairro, em especial, ocorra no formato convencional ou analógico (por observação), Rio Branco possui outras estações, em formato telemétrico. Independente da sazonalidade climática, os dados coletados permitem a tomada de decisões necessárias às ações de

prevenção, mitigação, preparação e resposta, em circunstâncias de inundações e em momentos de estiagem.

O bairro Seis de agosto apresenta grande vulnerabilidade geográfica e ambiental aos processos de inundações, pois além de se localizar às margens do Rio Acre, encontra-se em sua planície de inundação. Assim, independente da magnitude das inundações, o bairro é, em maior ou menor grau, afetado por eventos dessa natureza.

O local, por suas características históricas, apresenta diferentes tipos de usos e ocupações, seja residencial, comercial, ou como ponto de parada de produtores rurais que trazem a sua produção para fornecer aos comerciantes locais e comprar produtos necessários à sua sobrevivência, sempre utilizando o Rio Acre como hidrovia de acesso às suas embarcações.

Por todas essas condições, o bairro reúne os atributos necessários à realização da pesquisa, contribuindo para a validação do instrumento elaborado.

### **3.2 Os sujeitos da pesquisa**

Grande parte dos habitantes do bairro Seis de agosto integra uma parcela vulnerável da população, sob a ótica social e econômica. Em que pese esses aspectos, existem também, no bairro, pessoas com melhores condições de renda, bem como moradores históricos, com tempo de moradia superior a 40 anos, e que vivenciaram diversos eventos de inundações. Em termos gerais, o perfil de sua população se assemelha ao das demais porções afetadas pela cheia do Rio Acre, em Rio Branco. Assim, a escolha dessa localidade, no tocante aos sujeitos, apresenta a pertinência necessária à pesquisa em curso.

Saito *et al.* (2019) esclarecem que, para se buscar a redução de riscos, é necessário que os sistemas sociais (comunidades) estejam preparados. O primeiro passo dessa preparação é aguçar a percepção de riscos por parte dos sujeitos inseridos em um contexto vulnerável e, portanto, expostos ao perigo. Logo, um dos escopos observados no instrumento é a necessidade de se conhecer a percepção de riscos dos sujeitos.

A resiliência é a etapa subsequente às questões de percepção de riscos, o que inclui não somente aspectos materiais dos sujeitos e suas comunidades, mas também aspectos de ordem subjetiva. É necessário, pois, intensificar a redução de riscos de desastres por meio de ações efetivas em busca da resiliência (OSORIO PIÑEROS, 2020).

No instrumento de pesquisa submetido ao teste, o vetor norteador das questões está centrado nos aspectos da percepção de riscos e da resiliência, considerando os componentes de ameaça, exposição e vulnerabilidade, em casos de inundações.

### **3.3 O instrumento, aplicação, análise e validação**

Definido o recorte espacial e brevemente caracterizados seus sujeitos, seguimos para a operacionalização ou efetivação do teste. Para tanto, considera-se que o instrumento esteja condizente com o passo “ANTES”, conforme o Quadro 1. Esse passo consiste na elaboração propriamente dita do instrumento, encontrando amparo nos objetivos propostos e no alcance da coleta de dados, com vistas aos resultados esperados.

Em nosso caso, o instrumento privilegiou um formato misto, com questões abertas e fechadas, buscando obter do sujeito o máximo de informações acerca de suas percepções e experiências com eventos de inundações na cidade de Rio Branco. A pertinência do instrumento será avaliada conforme a harmonia entre cada questão elaborada e as respectivas respostas obtidas no âmbito do teste e à luz dos objetivos da pesquisa.

A separação das questões do instrumento em blocos por componente permite equilibrar o quantitativo de questões, de acordo com a necessidade de aprofundamento e a importância de cada temática abordada. Assim, no caso em estudo, como se busca coletar dados e informações voltados às questões de percepção de riscos e resiliência, é natural que esse componente do instrumento possua a maior quantidade de questões.

O instrumento desenhado possui um total de 47 questões abertas e fechadas, divididas em 3 componentes, conforme o Quadro 2. O componente sociodemográfico inicia o instrumento e suas questões têm como objetivo

obter a identificação, a localização, a ocupação-trabalho e a composição familiar dos sujeitos. Não menos importante que os demais, o componente sociodemográfico descreve o perfil do sujeito sob a ótica social, econômica e familiar, fatores cruciais para uma interpretação cruzada com os demais componentes da pesquisa.

Já o componente geográfico-ambiental se direciona ao cenário da pesquisa, às condições da área de estudo, com destaque para os aspectos condicionantes de inundações, como é o caso das chuvas e de sua dinâmica. A partir desse componente, o instrumento passa a adentrar mais propriamente nos temas da percepção de risco e resiliência.

**Quadro 2:** Instrumento de pesquisa

A - COMPONENTE SOCIODEMOGRÁFICO	
1 – NOME (não obrigatório):	
2 – DATA DE NASCIMENTO:	
3 – GÊNERO: ( ) Masculino ( ) Feminino ( ) Prefiro não identificar	
4 – ESCOLARIDADE: ( ) Não alfabetizado ( ) Fund. incomp. ( ) Fund. comp. ( ) Médio incomp. ( ) Médio comp. ( ) Superior incomp. ( ) Superior comp.	
5 – MUNICÍPIO:	
6 – ENDEREÇO:	Coordenadas GPS:
7 – TEMPO DE MORADIA NO BAIRRO: ( ) Até 01 ano ( ) Entre 01 e 05 anos ( ) Entre 05 e 10 anos ( ) Mais de 10 anos	Tempo preciso, caso seja citado:
08 – CONDIÇÃO DA MORADIA: ( ) Própria ( ) Alugada ( ) Cedida ( ) Outra:	
09 – POSSUI OUTRO IMÓVEL EM OUTRO BAIRRO?	
( ) Sim ( ) Não	
10 – TIPO DE CONSTRUÇÃO: ( ) Madeira ( ) Alvenaria ( ) Mista	
11 – A CASA FOI CONSTRUÍDA ACIMA DO PLANO DO TERRENO (SOBRE PILARES, ESTACAS OU BARROTOS)? ( ) Sim ( ) Não	
12 – CASO A RESPOSTA À PERGUNTA ANTERIOR SEJA NÃO, HÁ POSSIBILIDADE DE SUSPENDER A CASA PARA NÃO SER ATINGIDA PELA ALAGAÇÃO?	
( ) Sim ( ) Não	

---

13 – ONDE OU COM O QUE TRABALHA (ATIVIDADE QUE EXERCE):

( ) Servidor público ( ) Autônomo ( ) Outros Qual?

---

14 – TEMPO DE PERMANÊNCIA NO SEU TRABALHO (ATUAL): ( ) Até 01 ano

( ) Entre 01 e 05 anos ( ) entre 05 e 10 anos ( ) Mais de 10 anos

---

15 – O SEU SALÁRIO É ÚNICA RENDA DA FAMÍLIA?

( ) Sim ( ) Não

---

16 – SE A RESPOSTA À PERGUNTA ANTERIOR FOR NÃO, QUAIS A(S) OUTRA(S) FONTE(S) DE QUEM RECEBE SALÁRIO, NA SUA RESIDÊNCIA?

---

17– JUNTANDO TODOS OS SALÁRIOS DOS MORADORES DE SUA CASA, ESSE VALOR SERIA: ( ) Menos de um salário mínimo ( ) 01 Salário mínimo ( ) 02 salários mínimos ( ) entre 03 e 05 salários mínimos ( ) Mais de 05 salários mínimos

---

18 – É BENEFICIÁRIO DE PROGRAMAS SOCIAIS?

( ) Sim Qual? ( ) Não

---

19 – QUAL A COMPOSIÇÃO FAMILIAR?

( ) Adultos ( ) Crianças ( ) Idosos

---

20 – DENTRE AS PESSOAS QUE MORAM NA CASA, EXISTE ALGUMA PESSOA COM DEFICIÊNCIA (PCD)? ( ) Sim Qual deficiência? Quantas pessoas? ( ) Não

---

## **B - COMPONENTE GEOGRÁFICO-AMBIENTAL DOS RISCOS**

---

21 – QUAL O PERÍODO EM QUE CHOVE MAIS EM SEU MUNICÍPIO?

---

22 – ACHA QUE NOS ÚLTIMOS ANOS AS CHUVAS TEM SIDO MAIS FORTES?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei

---

23 – QUANDO O RIO COMEÇA A SUBIR, ISSO OCORRE EM QUESTÃO DE:

( ) Minutos ( ) Horas ( ) Dias ( ) Não sei

---

## **C – COMPONENTE DA PERCEPÇÃO DOS RISCOS E RESILIÊNCIA**

---

24 – A SUA CASA ESTÁ LOCALIZADA EM UMA ÁREA DE RISCO?

( ) Sim ( ) Não

---

25 – JÁ FOI ATINGIDA POR ALAGAÇÃO? ( ) Sim ( ) Não ( ) Não lembro

---

26 – CASO A RESPOSTA A QUESTÃO 19 SEJA “SIM”, QUANTAS VEZES?

( ) 01 vez ( ) 02 vezes ( ) 03 vezes ( ) 04 vezes ( ) 05 vezes ou mais

---

27 – AS ALAGAÇÕES OCASIONARAM PERDAS (DANOS E PREJUÍZOS)?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei

---

---

28 – CASO A RESPOSTA A QUESTÃO 21 SEJA “SIM”, QUAIS?

( ) Morte (parente/familiar) ( ) Da casa ( ) Bens materiais ( ) Todas anteriores

---

29 – QUAIS OS FATORES QUE A LEVARAM MORAR NESSA ÁREA?

( ) Falta de alternativas ( ) Baixa renda ( ) Não sabia Não paga luz/água  
( ) Proximidade com parentes ( ) Outros Qual?

---

30 – QUAIS AS VANTAGENS DE VIVER NESSE LOCAL?

---

31 – DE 0 A 10, ONDE “0” SEJA NÃO SAIRIA DE JEITO NENHUM E “10” SAIRIA COM CERTEZA, SE TIVESSE CONDIÇÕES OU FOSSE BENEFICIADA COM PROGRAMAS HABITACIONAIS (RECEBER UMA CASA DO GOVERNO), SAIRIA DESSE LOCAL?

---

32 – QUAIS SÃO AS COTAS DE ALERTA (CA) E DE TRANSBODAMENTO (CT) DO RIO, EM SUA CIDADE? CA: \_\_\_\_\_ CT: \_\_\_\_\_

---

33 - QUAL A SUA REAÇÃO QUANDO SABE QUE OCORRERÁ UMA ALAGAÇÃO?

( ) Apreensão/preocupação ( ) Medo ( ) Indiferença ( ) Tranquilidade

---

34 - O QUE FAZ QUANDO SUA CASA É ALAGADA? ( ) Saio de casa

( ) Aciono a Defesa Civil ( ) Suspendo os móveis e permaneço ( ) Outros O quê?

---

35 – APÓS UMA ALAGAÇÃO O QUE FAZ PARA ENFRENTAR NOVOS EVENTOS?

( ) Desocupa o local em definitivo ( ) Suspende a casa para um nível mais alto  
( ) Não faz nada ( ) Aguarda auxílio do poder público

---

36 – COSTUMA SE INFORMAR SOBRE PREVISÃO DO TEMPO?

( ) Sempre ( ) Eventualmente ( ) Raramente ( ) Nunca

---

37 – CONSEGUE COMPREENDÊ-LAS? MOSTRAR UM MODELO DE PREVISÃO E SOLICITAR UMA BREVE EXPLICAÇÃO

---

38 – JÁ FOI CAPACITADA OU INFORMADA, PELOS ÓRGÃOS COMPETENTES, DE COMO LIDAR COM AS ALAGAÇÕES? ( ) Sim ( ) Não ( ) Não lembro

---

39 – SEU MUNICÍPIO POSSUI ÓRGÃO DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (PDC)?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei

---

40 – SUA COMUNIDADE POSSUI NÚCLEO COMUNITÁRIO DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (NUDEC)? ( ) Sim ( ) Não

---

41 – CASO A RESPOSTA À QUESTÃO ANTERIOR SEJA SIM, PODERIA APONTAR ALGUMA AÇÃO DO NUDEC NA SUA LOCALIDADE?

---

42 – SABE ALGO A RESPEITO DE AÇÕES DO PODER PÚBLICO NO SENTIDO DE REDUZIR OS RISCOS DE ALAGAÇÕES E MINIMIZAR OS IMPACTOS? ( ) Sim Qual? ( ) Não

---



---

43 – QUAL O “PROGRAMA DE COMPUTADOR OU DE TELEFONE CELULAR” QUE LHE FORNECE INFORMAÇÕES SOBRE AS CHUVAS E NÍVEL DE RIO EM SUA LOCALIDADE E QUE ESTEJA DISPONÍVEL A TODOS OS MORADORES DA ÁREA?

---

44 – NA SUA COMUNIDADE EXISTE ALGUMA REDE DE APOIO (COLABORAÇÃO E COOPERAÇÃO) PARA AJUDA MÚTUA (PARENTES, AMIGOS, VIZINHOS) EM CASO DE OCORRÊNCIA DE UMA ALAGAÇÃO? ( ) Sim ( ) Não

---

45 – SUA RENDA/SOBREVIVÊNCIA DEPENDE DO RIO OU POR MORAR PERTO DELE? (O SUSTENTO DA SUA FAMÍLIA TEM RELAÇÃO DIRETA COM O FATO DE MORAR PERTO DO RIO) ( ) Sim ( ) Não

---

46 – RECEBE INFORMAÇÕES SOBRE A ELEVAÇÃO DO RIO “NAS CABECEIRAS” (ANTES DE CHEGAR) NA SUA LOCALIDADE)? ( ) Sim ( ) Não

---

47 – ALGUM COMENTÁRIO ADICIONAL:

---

Organizado pelos autores, 2022.

O quadro não reflete a formatação original do instrumento, mas somente seu conteúdo, em virtude das adequações para a publicação neste capítulo

O componente da percepção de riscos e da resiliência compreende um quantitativo de 24 questões, o que representa cerca da metade do total de questões do instrumento. Essas perguntas enfocam o conhecimento, o aprendizado e a capacidade de enfrentamento dos sujeitos em relação às inundações, suas percepções e valores frente aos riscos, sua resiliência (do ponto de vista material e psicológico), bem como suas expectativas e aspirações quanto ao morar sob risco hidrológico, na modalidade de desastres de inundações. Procurou-se evitar redundâncias capazes de gerar duplicidade de respostas, aumento do tempo de aplicação, desvio da atenção e cansaço do sujeito.

No passo seguinte (DURANTE), realizou-se a aplicação propriamente do instrumento. Dentro do universo representado pelos moradores do bairro Seis de agosto, definiu-se como amostra o quantitativo de 10 moradores para aplicação do teste, no sentido de avaliar a consistência do instrumento e aspectos operacionais da coleta.

Observou-se como externalidade negativa a existência de organização criminosa na localidade, sendo necessário agir com cautela e solicitar apoio do órgão municipal de Proteção e Defesa Civil, bem como do Corpo de Bombeiros

(ação planejada com antecedência em reunião com os atores envolvidos). Ambos os órgãos realizaram o acompanhamento e também contribuíram para a articulação com a comunidade, esclarecendo os motivos da aplicação do instrumento e a importância do trabalho. Com esses cuidados, não se verificou nenhuma forma de animosidade de caráter ostensivo durante a coleta.

Os quesitos analisados, conforme o Quadro 1, foram: tempo, linguagem, ordem das questões e pertinência quanto aos objetivos da pesquisa. Após a aplicação do teste, com base na última etapa do passo-a-passo (DEPOIS), elaborou-se um relatório de análise, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3:** Exemplo de análise de questões do instrumento

<b>C – COMPONENTE DA PERCEPÇÃO DOS RISCOS E RESILIÊNCIA</b>							
A SUA CASA ESTÁ LOCALIZADA EM UMA ÁREA DE RISCO DE ALAGAÇÃO? ( ) Sim ( ) Não							
<b>ANÁLISE</b>							
Linguagem		Ordem		Pertinência		Observações	Observações (orientador)
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não		
x		x		x		Linguagem e ordem condizentes; questão pertinente aos objetivos; termo “alagação” auxilia na compreensão	De acordo

Elaborado pelos autores, 2022

O Quadro 3 mostra, como exemplo, a análise de uma das questões do instrumento, de acordo com os quesitos linguagem, ordem e pertinência. No campo para observações consta o resultado da análise da questão. Há, ainda, um campo reservado para que o orientador realize, também, a análise, fazendo constar suas observações.

O tempo médio de aplicação por sujeito foi de 14 minutos e 36 segundos, sendo 20 minutos o maior tempo de aplicação (na primeira entrevista) e

11 minutos o menor tempo. Com base nessa amplitude, observou-se que o tempo de aplicação tem relação direta com o nível de escolaridade do sujeito, em linhas gerais. Considerou-se satisfatório o tempo médio alcançado na aplicação, dada a quantidade de questões do instrumento. Essa informação deverá ser considerada para a sua aplicação posterior e definitiva, implicando em todo o planejamento da coleta de dados (tamanho da amostra, número de aplicadores e cronograma do trabalho de campo).

A linguagem utilizada nos enunciados das questões passou por algumas adaptações, porém ainda na fase de elaboração do instrumento. Conforme o perfil dos sujeitos, notou-se a necessidade de substituir termos técnicos ou científicos por uma linguagem mais coloquial e regional. Como exemplo, pode-se citar a substituição do termo “INUNDAÇÃO” por “ALAGAÇÃO”, termo normalmente utilizado pela população para definir essa modalidade de desastre hidrológico. Outro termo técnico que sofreu substituição foi “A MONTANTE” (aquilo que está acima ou antes de um ponto de referência, numa bacia hidrográfica), sendo utilizado o termo “NAS CABECEIRAS”.

Esses cuidados com a linguagem aproximam o pesquisador dos sujeitos e permitem a compreensão do enunciado sem a necessidade de explicações, o que pode tendenciar a resposta. Esse aspecto foi evidenciado na prática, durante a aplicação, pois os participantes, familiarizados com os termos, responderam com naturalidade, conhecimento e segurança às perguntas.

Em relação à ordem das questões, observou-se a conformidade do instrumento, não havendo necessidade de adequações quanto a esse aspecto. O andamento da aplicação com cada sujeito indicou que a sequência dos componentes e das respectivas perguntas se mostrou coerente, permitindo um aprofundamento gradual e lógico dos temas tratados, sem sobressaltos.

Por fim, o quesito pertinência verifica se, no contexto da pesquisa, as questões estão apropriadas e apresentam paralelo junto aos objetivos traçados no projeto. Após análise, verificou-se que as questões elaboradas se apresentam em conformidade e contribuem para os resultados esperados com a aplicação do instrumento, favorecendo a posterior construção de um discurso inteligível e bem encadeado, visando ao texto da tese.

Na fase da pesquisa definitiva, de acordo com o projeto, será ampliada a aplicação do instrumento para outro recorte espacial, em Rio Branco e em mais quatro municípios do estado que, igualmente, sofrem com riscos de inundações. Para isso, provavelmente haverá a necessidade de apoio para a coleta de dados. Sendo assim, o exercício do teste constitui referencial importante também para fins de treinamento e orientação da equipe de colaboradores.

O objetivo deste capítulo não foi o de apresentar os resultados obtidos a partir da aplicação do instrumento de pesquisa, mas sim o de delinear o seu processo de elaboração, aplicação, análise e adequação. Trata-se de uma contribuição metodológica orientada ao passo-a-passo (antes, durante e depois) envolvido desde a concepção do instrumento de pesquisa, até a obtenção de sua versão final, o mais consoante possível aos propósitos de uma investigação no campo da percepção de riscos.

## **4 Últimas considerações**

A construção de um instrumento de pesquisa, como um questionário ou um roteiro de entrevista, nunca pode ser banalizada ou menosprezada em um processo de investigação. Uma vez concebido, não significa que esteja automaticamente pronto para ser empregado, pois precisa ser submetido a condições reais de aplicação para que a sua consistência seja adequadamente averiguada. Conforme apontado neste capítulo, é muito provável que o instrumento sofra ajustes ou modificações a partir do seu teste, por mais experiência ou conhecimento que tenham seus autores.

É oportuno também considerar que nenhuma pesquisa é igual a outra. Por isso, não existirá um modelo universal, capaz de atender às mais diferentes situações de pesquisa, à tipologia de sujeitos, de riscos e de ambientes focalizados. O instrumento especificamente demonstrado neste texto encontra-se, assim, voltado para circunstâncias bem definidas de pesquisa, conforme procurou-se demonstrar. Serve, contudo, como uma ilustração, propício a inspirar a formulação de outros instrumentos, observadas as variadas demandas e condições de investigação. De todo modo, valerá sempre o bom

senso do pesquisador, que saberá melhor do que ninguém avaliar suas próprias necessidades e as melhores maneiras de atendê-las.

Por fim, novas e mais sofisticadas reflexões são esperadas para amparar os estudos subjetivos sobre os riscos ambientais, do seu ponto de vista epistemológico, metodológico e ético. O texto deste capítulo deve ser tomado senão como ponto de partida para o debate sobre essa importante agenda de pesquisa. Desafortunadamente, trata-se de uma imposição de nosso tempo, frente aos contextos de crise climática, social e urbana da atualidade.

## Referências

ACRE (Estado). Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre (ZEE)**. Rio Branco, 2001. Disponível em: <http://semapi.acre.gov.br/zee-acre/> Acesso em: 10 ago. 2022.

ARAÚJO, A. S. de; SILVA, G. A. da; SILVA, M. F. da; LIMA-SILVA, F. Percepção de riscos dos moradores de área com inundações recorrentes: análise nos bairros da Baixada da Sobral – Rio Branco-AC. **Uáquiri**, Rio Branco, v. 2. n. 2. 2020. p. 61-79.

BAUER, M. W.; AARTS, B. A construção do corpus: um princípio para a coleta de dados qualitativos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (org.) **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2013, p.39-63.

BELLO, A. A. **Fenomenologia e ciências humanas**. Bauru: EDUSC, 2004.

BICUDO, M. A. V. A pesquisa qualitativa olhada para além dos seus procedimentos. In: BICUDO, M. A. V. (org.) **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011, p.11-28.

DOLMAN, D. I. ; BROWN, I. F. ; ANDERSON, L. O. ; WARNER, J. F. ; MARCHEZINI, V. ; SANTOS, G. L. P. Re-thinking socio-economic impact assessments of

disasters: the 2015 flood in Rio Branco, Brazilian Amazon. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 212-219, 2018.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (org.) **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2013, p.64-89.

MESQUITA, A. A. **“Alagações”**: análise sobre a gestão de riscos em eventos de inundação no município de Rio Branco-AC. (Dissertação) Mestrado em Desenvolvimento Regional. Rio Branco: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional/UFAC, 2015, 214p.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

OSORIO PIÑEROS, J. D. Tecnocracia, reducción del riesgo de desastres y desarrollo: una crítica al Marco de Sendai 2015-2030. **Derecho del Estado**, n. 47, p. 319-342, 2020.

PIRES, A. P. Amostragem e pesquisa qualitativa: ensaio teórico e metodológico. In: POUPART, J. *et al* (org.) **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008, p.154-211.

POUPART, J. A entrevista de tipo qualitativo: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas. In: POUPART, J. *et al* (org.) **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008, p.215-253.

RIO BRANCO (Município). **Plano de contingência operacional de enchente**. Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, 2019. Disponível em: <http://portalcgm.riobranco.ac.gov.br/portal/wp-content/uploads/2015/02/PLANO-DE-CONTING%3%8ANCIA-OPERACIONAL-DE-ENCHENTE-2019.pdf> Acesso em: 10 ago. 2022.

SAITO, S. M.; DIAS, M. C. de A.; ALVALÁ, R. C. dos S.; STENNER, C.; FRANCO, C. de O.; RIBEIRO, J. V. M.; SOUZA, P. A. de; SANTANA, R. A. S. de M. População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 31. p. 1-25, 2019.

SOUZA, L. B. Percepção ambiental e a fenomenologia de Husserl: um exercício de reaproximação. In: Silva, V. C. P.; Corcinio Junior, G. F. (Org.) **Natureza e representações imaginárias**. Curitiba: Apris, p. 35-51, 2013.

SOUZA, L. B. Percepção ambiental e fenomenologia: possibilidades de adaptação do método e alguns exemplos de pesquisa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v.40, p.297-314, 2017.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de riscos ambientais: teoria e aplicações**. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

XAVIER, H. **Percepção geográfica dos deslizamentos de encostas em áreas de risco no município de Belo Horizonte, MG**. Tese (Doutorado em Geografia). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1996, 222f.

WHYTE, A. V. T. **Guidelines for field studies in environmental perception**. Paris: UNESCO, 1977 (MAB Technical Notes, 5).

# UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SOB A PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

Pedro Murara

## 1 Introdução

O conceito de vulnerabilidade é utilizado das mais diversas formas, muitas vezes entendido como sinônimo de exposição, desigualdade ou suscetibilidade, entre outros. Aplicar o conceito de vulnerabilidade nos parece um desafio, pois ele é utilizado pelas mais diferentes áreas do conhecimento, uma vez que se caracteriza por apresentar concepções diversas. Essa diversidade de aplicação e utilização indica que não há uma definição absoluta.

Com intuito de contribuir para esse conceito, apresentamos uma discussão da vulnerabilidade sob a ótica da Ciências Geográfica e mais especificamente sobre as lentes dos desastres sicionaturais.

## 2 As abordagens da vulnerabilidade

Não é prepotência o fato de afirmar que foram os Geógrafos que trouxeram o conceito de vulnerabilidade para o debate ambiental. Ingressando nas investigações que se ocupam dos estudos dos *natural hazards* (desastres naturais), o conceito de vulnerabilidade encontra terreno fértil para o seu desenvolvimento.

Inicialmente pautado a partir da perspectiva de que os fenômenos de origem natural, quando em situações extremas, repercutem em danos e expõem populações aos diversos perigos (MARANDOLA; HOGAN, 2005; ALMEIDA, 2011).

Em uma concepção etimológica a palavra vulnerável é originária do latim *vulnerable*, com significado “*que, ou por onde, pode ser ferido*”. Desta forma, a vulnerabilidade, é a qualidade de vulnerável e provém da mesma gênese, com o sufixo -idade. Neste mesmo sentido, o dicionário Oxford Langangue defini



vulnerabilidade como “*qualidade ou estado do que é ou se encontra vulnerável*”. Por sua vez, vulnerável é definido como “*ferido, sujeito a ser atacado, derrotado: frágil, prejudicado ou ofendido*”.

Portanto, fica claro que o conceito de vulnerabilidade remete a uma situação anômala à fraqueza, perda, fragilidade e até mesmo a uma questão negativa. Ou seja, uma pessoa, lugar ou algo é vulnerável física ou moralmente a alguma coisa, a algo que lhe atinge.

Retornando ao conceito de vulnerabilidade na Ciência Geográfica, sob o enfoque dos desastres, Cutter (1996) efetuou uma busca do conceito e identificou 18 diferentes interpretações. Essa diversidade conceitual resulta do desenvolvimento de pesquisas, estudos e investigações nos mais diversos Institutos (Universidades e Centros de Pesquisa) ao redor do mundo, abrindo a possibilidade de diferentes orientações epistemológicas de análise e suas consequentes aplicabilidades.

A autora concluiu e destacou três principais abordagens que resultam destas diferentes interpretações do conceito de vulnerabilidade:

1. Vulnerabilidade como exposição ao risco e/ou perigo;
2. Vulnerabilidade como resposta social;
3. Vulnerabilidade dos lugares.

No primeiro caso, vulnerabilidade como exposição ao risco e/ou perigo, Cutter (1996) identificou os estudos que se caracterizam pelo foco na distribuição das condições de perigo à ocupação humana em zonas consideradas de risco (zonas sísmicas, áreas costeiras, planícies inundáveis) e o grau de perdas (da vida, da propriedade) associado com a ocorrência de um evento em particular (inundação, furacão, terremoto).

Essa tendência é ainda denominada de vulnerabilidade como condição preexistente. E, nesta abordagem do conceito de vulnerabilidade que os pesquisadores mais recorrem nos trabalhos efetuados atualmente.

Para os autores que se utilizam desta concepção de vulnerabilidade, uma população é considerada vulnerável por estar localizada em ambiente que possui uma maior recorrência e/ou ocorrência de algum fenômeno que se caracteriza

em risco à população. Portanto, são identificadas áreas consideradas como vulneráveis.

O que de fato se identifica são áreas de exposição ao risco e/ou perigo e que, caso haja ocupação humana ali, estas estariam vulneráveis a ocorrência de um determinado evento de inundação, deslizamento de terra, entre outros.

A delimitação de áreas nas quais um fenômeno se configura enquanto desastre para a população é representada, na maioria das vezes, por meio do mapeamento. E o avanço e contínuo uso das geotecnologias, aqui entendido como o uso de programas com fins de mapeamento, ou ainda, sites que permitem delimitação de áreas, contribuem para esta forma de representação.

Cabe, no entanto, analisarmos que, o fato de delimitar a área/zona de abrangência de um fenômeno enquanto um evento de desastre não pode ser entendido pela sua identificação da vulnerabilidade. Concordamos com Cutter (1996) que esta prática além de esmaecer o conceito de vulnerabilidade, deprecia o papel do Geógrafo ao singelo mapear, e ainda, deturpa uma abordagem teórica em detrimento de uma única técnica.

No segundo caso, vulnerabilidade como resposta social; o foco é dado sobre as respostas da população, incluindo a resistência e a resiliência da sociedade para com o evento de desastre. Esta perspectiva concentra na construção social da vulnerabilidade, incluindo fatores culturais, econômicos, políticos e sociais, que condicionarão as respostas individuais e coletivas.

Nesta abordagem, se consideram as características da população para compreender as respostas da mesma frente ao evento. Há uma mudança do foco que sai do local, da área do evento de desastres, como apresentado no primeiro caso e transfere-se para a população.

Trata-se de uma perspectiva social sobre o conceito que identificará indivíduos mais ou menos vulneráveis, segundo uma seleção de fatores e elementos. Neste caso, o conceito de vulnerabilidade apontado por Cutter (1996) resulta na identificação das características da população.

Nesta abordagem, é possível identificar as diferenças sociais que se configuram no espaço de análise, de modo a examinar quais parcelas da

população (dependendo da escala de análise, bairros, municípios, cidades ou estados) encontram-se mais suscetíveis ao evento de desastre.

Nesta abordagem do conceito de vulnerabilidade considera-se as características da população, por meio da seleção de elementos e fatores que resultarão na identificação e classificação da população sujeita a aquele evento. Ou seja, é efetuado um diagnóstico social, econômico, político e até mesmo cultural de uma população. Uma vez estabelecida suas características, os estudos desta abordagem da vulnerabilidade destacam indivíduos ou populações caracterizado como: mais ou menos vulnerável a um evento de desastre.

A problemática deste tipo de abordagem está na sua perspectiva um tanto determinista uma vez que, nessa abordagem a análise recai, primordialmente, sobre os aspectos sociais. Considera, geralmente, os mais pobres e com maior número de habitantes por residência, por exemplo, como mais vulneráveis. Porém, estes estudos não consideram a capacidade pessoal ou, ainda, institucional de indivíduos ou populações em lidar com o fenômeno de desastre em questão.

No terceiro e último caso, Cutter (1996) identifica a vulnerabilidade dos lugares, na qual deve ser entendida a partir do conceito de lugar. Pautada como conjuntiva, esta abordagem da vulnerabilidade é mais geograficamente centrada, uma vez que concebe tanto os aspectos biofísicos (entendido pelo natural), bem como uma resposta social, considerando uma área geográfica específica ou de domínio.

Portanto, a vulnerabilidade dos lugares considera para além das pessoas o contexto na qual estas estão inseridas, a produção do espaço geográfico é considerada.

O lugar, por se tratar de um conceito que se fundamenta nas pesquisas socioespaciais da Ciência Geográfica, ele envolve a dimensão cultural-simbólica que Souza (2013) descreve pelas questões de identidade, salientando a importância enquanto espaços vividos e percebidos pelos seus indivíduos.

### 3 Uma possibilidade de se pensar a vulnerabilidade

Segundo Sánchez Rodríguez e Cavos (2015, p. 87) a análise da vulnerabilidade necessita aprofundar a dimensão social e humana que está inserida nos eventos de desastre e, está só é alcançada quando prioriza “o papel das comunidades e indivíduos nos estudos da vulnerabilidade”.

Para Murara (2016 *apud* Cuevas, 2014) a vulnerabilidade pode ter origem a partir de disfunções adaptativas que surgem do processo de interação entre uma comunidade de indivíduos e o meio físico. Segundo a autora, trata-se de desafios que a comunidade deve superar para obter um modo de vida adequado, estável e sustentável no tempo.

Esta mesma concepção é apresentada por Oliver-Smith (1999) para sustentar que o conceito de vulnerabilidade é dinâmico e não estático e, portanto, a vulnerabilidade pode ser modificada a partir da adaptação de uma comunidade frente ao fenômeno que a insere nesta categoria de vulnerável. Porém, é preciso cuidado para não onerar os indivíduos e desonerar os responsáveis por essa vulnerabilidade que é socialmente construída e, desta forma, pode ser identificada pelos seus autores ou atores sociais.

Deschamps (2008) discute que, no âmbito da família, a vulnerabilidade é vinculada à capacidade de resposta daqueles indivíduos e dos ajustes frente às condições adversas. Neste sentido, perpassa a habilidade que as famílias possuem em mobilizar-se para enfrentar um determinado evento de desastre. Portanto, indivíduos desprovidos de relações pessoais e com pouca capacidade para manejar seus recursos, podem ser identificados e/ou categorizados, possivelmente, como mais propensos à vulnerabilidade diante de qualquer mudança ocorrida em seu entorno imediato (DESCHAMPS, 2008).

Considerar os lugares mais ou menos vulneráveis a determinado fenômeno pressupõe que os riscos e os perigos que atuam em uma localidade são originários tanto de fora quanto de dentro do sistema analisado (TURNER *et al.*, 2003) e, portanto, esta abordagem considera que, assim como os espaços são socialmente construídos, a vulnerabilidade também o é.

Ainda dentre os estudos de vulnerabilidade, Adger (2006) realizou levantamento das diferentes abordagens do conceito. O autor conclui que a

vulnerabilidade é frequentemente constituída por componentes que incluem a exposição a perturbações ou tensões (stress) externas, sensibilidade (susceptibilidade) à perturbação e a capacidade de adaptação (IPCC, 2001; CEPAL, 2002; ADGER, 2006; TURNER *et al.*, 2003).

Marandola Jr. e Hogan (2006) vão ao encontro de Adger (2006), entendendo a vulnerabilidade a partir da análise da exposição ao risco; a capacidade de reação; e do grau de adaptação diante da materialização do risco. Os autores destacam ainda as duas últimas componentes como a capacidade de resposta aos riscos e eventos danosos: “Estes elementos que promovem a absorção do impacto do risco/perigo podem ser entendidos em termos de capacidade de resposta, que é um dos principais elementos componentes da vulnerabilidade” (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2006, p.34).

Adger *et al.* (2004), após discussão da abordagem do conceito de vulnerabilidade concebido pelo IPCC, concluem ser mais prudente evitar o uso da palavra “vulnerabilidade” sem mais explicações. Para os autores, faz-se necessário especificar a que tipo de vulnerabilidade estamos nos referindo.

Portanto, é possível e ideal considerar a vulnerabilidade a partir da exposição a um evento, considerando ainda sua susceptibilidade e a capacidade adaptativa para lidar com o referido evento. Ou seja, indivíduos (ou população) expostos ao risco de um evento de desastre podem ser potenciais vulneráveis, porém, a supressão (ou dissolução) de um dos componentes que engloba o conceito de vulnerabilidade (capacidade adaptativa, sensibilidade ou exposição) pode equalizar não o risco, mas a participação do indivíduo enquanto potencial vulnerável.

Nesta perspectiva, passamos a considerar a vulnerabilidade a partir da tríade: exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação.

### **3.1 Exposição**

Adger (2006) define a exposição como natural à intensidade do stress ambiental ou sociopolítico experimentado por um sistema. Desta forma, é preciso compreender a magnitude, frequência, duração e a abrangência de uma inundação para identificar determinada população exposta. Uma população

pode ser considerada vulnerável à ocorrência de um desastre a partir da identificação de sua exposição a determinado risco, de modo que se encontre incapaz de agir diante da ameaça iminente e, por consequência, não possui meios para adaptar-se à situação (ao risco) em que se encontra/está exposto (BLAIKIE *et al.*, 2003).

Esteves (2011) nos lembra que a exposição é um componente multifacetado que se diversifica conforme a problemática analisada. Portanto, embora as sociedades estejam expostas a diferentes riscos, em função de dinâmicas (aparentemente) naturais, que podem se configurar em perigo e/ou desastres, há que considerar que a exposição ao risco possui um viés social. Que circunstâncias econômicas e políticas que determinam pessoas a viver em localidades conhecidas pelos riscos.

Deve se considerar que a exposição é resultado de fatores socionaturais e, portanto, dinâmicos, variando através das escalas temporais e espaciais.

Os indivíduos e as comunidades são diferencialmente expostos e vulneráveis com base em desigualdades expressas através de níveis de riqueza e educação, deficiência, e estado de saúde, bem como sexo, idade, classe e outras características sociais e culturais (IPCC, 2012).

O IPCC (2001) apresenta a sua conceitualização de vulnerabilidade voltado às mudanças climáticas definindo exposição como a situação presente a que um sistema (indivíduo ou população) está sujeito.

### **3.2 Suscetibilidade**

De acordo com Almeida (2012), a suscetibilidade está associada à chamada vulnerabilidade social. Esta entendida pelos condicionantes que refletem um potencial para a perda que, em função das perversas condições de desigualdades socioespaciais, contribuem para o processo de “produção” da vulnerabilidade.

Adger (2006) utiliza o termo sensibilidade, destacando o papel qualitativo na identificação, na medida em que um sistema humano ou natural pode absorver impactos, ou seja, como as populações e os indivíduos são sensíveis ou afetados

por perturbações. Trata-se da identificação de como os indivíduos podem responder a um distúrbio externo (GALLOPIN, 2006).

De modo geral, possibilita uma série de discussões acerca dos elementos e fatores que caracterizam a qualidade de vida das pessoas.

Portanto, a suscetibilidade está intrinsicamente associada com a exposição. Mais que estar exposto à um evento de desastre, as condicionantes sociais influenciarão nas condições e no modo como as pessoas lidam com a ocorrência do fenômeno.

Com base no estudo desenvolvido por Almeida (2012), dentre as Ciências Sociais, existe consenso quanto alguns fatores que denotam desvantagens sociais. Parte-se do princípio de que a seleção das variáveis devem ser a mais abrangente possíveis para indicar as características dos indivíduos, levando em consideração que os fatores selecionados se constituem enquanto medidas de suscetibilidade.

Desta forma, baseados em CEM (2004) e Cutter (2011), consideramos que as variáveis possam ser reorganizadas em 5 grupos: 1º Faixa etária; 2º Gênero; 3º Educação; 4º Renda e, 5º Habitação.

### **1º Faixa Etária**

Trata-se de uma variável que indica o grau de autonomia da população (CEM, 2004). A presença de crianças ou de idosos revela o grau de autonomia e/ou dependência de cada membro no conjunto do grupo familiar frente ao fenômeno da inundação. Ou seja, a mobilidade aqui é o foco, uma vez que algumas faixas de idosos e crianças requerem cuidados diferenciados, quando são pessoas em condições diferenciadas que se tornam mais suscetíveis (CUTTER, 2011).

### **2º Gênero**

Associado diretamente à faixa etária, pois, é muito diferente a situação de uma família pobre chefiada por um adulto homem, quando comparada da situação de uma família pobre chefiada por um adulto mulher (CEM, 2004).

### **3º Educação**

A presença de uma população pouco escolarizada e de baixo acesso às informações é um indicador que contribui para os ciclos de reprodução (resultado) de pobreza, uma vez que as oportunidades de emprego tendem a ser menores para os menos escolarizados, assim como as remunerações obtidas (CEM, 2004).

### **4º Renda**

A renda está associada à capacidade de absorver danos e recuperar-se, assim como, a aquisição de bens materiais e conseqüentemente maiores perdas frente ao evento de desastre (CUTTER, 2011). A baixa renda domiciliar implica piores condições de nutrição, moradia, entre outros, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de certos agravos à saúde com fortes custos para a população (interrupção do trabalho, custos dos tratamentos etc.) (CEM, 2004).

### **5º Habitação**

Densidade domiciliar (grande número de pessoas dividindo um mesmo domicílio) implica a necessidade de um maior número de pessoas dividir recursos comuns (CEM, 2004). Título da propriedade (alugada ou própria). Tipo de habitação (material construtivo predomina no setor: madeira ou alvenaria); sem acesso à água, esgoto e rede elétrica.

Portanto, o entendimento da suscetibilidade é pautado na mensuração das condições socioeconômicas das pessoas, por meio da identificação de fatores que contribuam para a vulnerabilidade.

Analisada por meio da seleção de indicadores, a suscetibilidade contribui para a compreensão e avaliação da capacidade de respostas aos perigos naturais (CUTTER, 2003; CUTTER; FINCHE, 2008; ALMEIDA, 2012). Trata-se, portanto, de um diagnóstico dos indivíduos de uma área de estudo que, devido as suas condições socioeconômicas, serão identificados pela maior ou menor possibilidade de lidar com o impacto do evento de desastre.



### 3.3 Capacidade de adaptação

A capacidade de adaptação é a condição que um sistema (indivíduo) tem de alterar-se para acomodar os danos resultados dos riscos ambientais ou de mudança política, expandindo a gama de variabilidade com qual tem que lidar (ADGER, 2006).

Segundo o IPCC (2001) trata-se da capacidade de um sistema para ajustar-se às mudanças climáticas (incluindo variabilidade climática e extremos) para moderar danos potenciais, aproveitar as oportunidades, ou para lidar com as consequências.

Blaikie *et al.* (2003) reforçam a análise da capacidade adaptativa de uma população para identificar a vulnerabilidade. Segundo os autores, é necessário compreender as características de uma pessoa ou grupo no que concerne à sua capacidade para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça ou perigo. Assim, os estudos de vulnerabilidade a partir das definições apresentadas, necessitam identificar na população (ou nos grupos sociais) a sua capacidade de antecipar-se à ameaça eminente, acompanhando o seu desenvolvimento e sua possibilidade de resistir e recuperar-se diante da ameaça.

No entanto, a capacidade de adaptação apresenta dois vieses: intrapessoal e interpessoal. A primeira compreende o indivíduo, analisando como este possui habilidade para acomodar ou adaptar-se. Quais as ações que a população que habita uma área sujeita e identificada pelo risco realiza quando da repercussão de um evento. A segunda, caracterizada como externa ao indivíduo, diz respeito às instituições, governança e órgãos de gestão que atuam (ou deveriam atuar) junto à população sujeita à ocorrência do fenômeno.

Neste contexto, a capacidade adaptativa diz respeito a um impacto no futuro, enquanto a suscetibilidade é uma característica inerente ao sistema que responde no presente. Portanto, o conceito de vulnerabilidade não trata pura e simplesmente da exposição da população aos riscos e perturbações, mas deve considerar necessariamente a capacidade da população em lidar com estes e se adaptar às novas circunstâncias.

## 4 A tríade da Vulnerabilidade

Os três componentes aqui apresentados, embora de maneira fragmentada, devem ser abordados como integradores para a análise da vulnerabilidade.

No entanto, cabe ainda destacar e lembrar da importância da escala espacial de análise do fenômeno. Segundo Gallopín (2006), se consideramos que existe na análise de um desastre perturbações internas e externas que atuam e influenciam na ocorrência de um evento, é necessário também ater-se à escala de análise do objeto e/ou área de estudo. São diferentes os elementos e variáveis que devem ser considerados para analisar a vulnerabilidade de um uma determinada localidade.

É preciso considerar que, selecionada a área de estudo, a possibilidade de homogeneização das variáveis ocorra e desta forma passa-se a analisar uma média, ou ainda, a maior ocorrência de determinada variável na área de estudo.

As considerações de Gallopín (2006) quanto à escala de análise é pertinente. Uma análise da vulnerabilidade de um bairro, no qual é possível identificar as características dos indivíduos que ali habitam, poderá ser efetuada por meio de entrevistas. No que concerne uma cidade ou um município, dependendo de sua espacialidade, será mais difícil ou impossível realizar tal técnica. Embora haja possibilidade de análise de amostras ou seleção de indivíduos quanto às diferentes técnicas de entrevista, esta já homogeneizará o objeto de estudo. No mais, a análise e/ou comparação da vulnerabilidade entre estados e países não possibilitará a aplicação de entrevistas. Neste contexto que, baseado em Gallopín (2006), definida uma área de estudo da vulnerabilidade, diferentes elementos e variáveis serão utilizados para análise.

Diante do apresentado, identificar a vulnerabilidade é compreender a exposição de uma população frente ao fenômeno, analisar sua suscetibilidade e verificar sua capacidade de adaptação frente ao recorrente evento. Portanto, uma população sujeita e exposta a um recorrente fenômeno, não pode ser considerada vulnerável. Esta população pode estar sujeita ou, ainda, suscetível a determinado fenômeno.

Porém, a sua vulnerabilidade só poderá ser constatada e analisada a partir de um estudo integrado das componentes da vulnerabilidade. No entanto,

a dificuldade de aplicabilidade do conceito de vulnerabilidade reside na sua efetivação de análise. Conforme apresentado, trata-se de uma abordagem holística, de uma integração multidisciplinar das ciências naturais, sociais e exatas para compreensão das circunstâncias que colocam as populações e os locais em risco de desastres (CUTTER, 2011).

A operacionalização do conceito de vulnerabilidade, tal como nos propomos no presente estudo, não é de fácil aplicabilidade em função da dificuldade de obtenção de dados adequados, e ainda, da seleção dos fatores, uma vez que estes padronizam o conceito de tal forma que deverá servir de comparação para outras localidades e outros estudos. E ainda, há que se considerar a escala de análise, o detalhamento, como é geralmente nos casos em que ocorrem e determinam-se os eventos extremos (climáticos). Operacionalizar a vulnerabilidade em um bairro ou em um país compreende diferentes variáveis devido à escala de análise.

Nas palavras de Cutter (1996, p. 532) “vulnerability is conceived as both a biophysical risk as well as a social response, but within a specific area or geographic domain”, portanto, pesquisas com foco na vulnerabilidade têm o grande desafio de encontrar métricas adequadas para sua avaliação. Estas devem ser pensadas sobre os processos sociais e resultados materiais a partir da análise de sistemas que, por muitas vezes, são de difícil definição (ADGER, 2003; CUTTER; FINCH, 2008).

Pesquisas sobre o mapeamento da vulnerabilidade avançam na validação e triangulação de dados para obter medidas exatas e próximas da realidade objetivando como produto a análise de políticas e de intervenção. O mapeamento, na maioria das vezes, envolve o cruzamento e comparações de indicadores mapeados espacialmente (ADGER, 2006).

Uma crítica comum de investigação estatística comparativa, especialmente focada em análise na escala do país, é que ela não capta a diferenciação social e espacial da vulnerabilidade e as condições locais que medem a capacidade de adaptação (CUTTER, 2003). Mais uma vez retorna aqui a problemática da escala de análise, pois até mesmo na escala local, a partir de setores censitários, por exemplo, há a possibilidade de diferenciação social no espaço restrito.

Cutter (2003) comenta que uma das dificuldades é a inexistência de mapeamentos de áreas de risco em escalas detalhadas que sejam acessíveis à população. Mesmo quando a informação existe nem sempre é divulgada de maneira acessível. Assim, dois elementos são fundamentais para que se avance neste sentido: o efetivo mapeamento das áreas de ocupação humana, para fins residenciais ou produtivos, que estão em situação de risco e a possibilidade de acesso direto a essas informações.

A técnica de mapear auxilia no reconhecimento de áreas sujeitas aos riscos que podem ser potencializados pelas mudanças climáticas e a planejar ações em casos de incidência de eventos extremos. Entretanto, é importante salientar que o mapeamento em si não é a solução para os problemas relacionados com a vulnerabilidade, trata-se de uma técnica e, portanto, não implica necessariamente em evidenciar as origens do problema, nem em apontar soluções. Esses dois aspectos centrais (gênese e solução dos problemas) possuem um cunho social e político, que necessita de um referencial teórico e metodológico sólido das Ciências Sociais para ser compreendido. Evidencia-se assim a necessidade de abordagens que sejam interdisciplinares, de maneira a tornar possível o conhecimento capaz de subsidiar políticas e ações sociais efetivas.

Nesse contexto, reforça-se a abordagem sistêmica sobre o conceito de desastres e na análise da vulnerabilidade. Conhecer os processos de uso e ocupação do espaço (urbano e/ou rural), especialmente no que diz respeito aos condicionantes envolvidos na localização espacial e construção das habitações, assim como, as dinâmicas da natureza que se repercutem nos ambientes, possibilitarão uma maior compreensão de determinado espaço e, só assim, identificar a vulnerabilidade de uma localidade. Uma vez que a vulnerabilidade permite entender como um fenômeno produz impactos diferentes nas localidades em que registrou ocorrência, este fornece instrumentos que permitem investigar a forma como os fatores da sociedade interferem na natureza e nos ambientes construídos, de modo a distribuir o risco oriundo do fenômeno em questão a um acontecimento e aos prejuízos. Cutter (2011) defende a necessidade de métricas consistentes, de modo que o conceito de medição se torne crucial na análise da vulnerabilidade para a comparação entre os lugares atingidos por um mesmo fenômeno.

Cutter (2011) ainda argumenta que um dos princípios fundamentais da análise da vulnerabilidade é o requisito do conhecimento geoespacial e da investigação com base nos locais, uma vez que os desastres são locais e as respostas imediatas também o são. Para a autora, o uso da cartografia da exposição ao risco constituiu na técnica a qual os mapas concentram-se na representação dos sistemas físicos e em delinear o risco associado aos perigos por meio de SIG's.

Portanto, a vulnerabilidade deverá analisar as desigualdades socioeconômicas associadas à localização de determinada população e aos diferentes riscos a que está exposta. A vulnerabilidade é, portanto, a coexistência espacial de variáveis sociais e naturais que se concentram em determinado lugar. Logo, o conceito de vulnerabilidade é diferenciado e varia segundo a população que ocupa aquele espaço, segundo os períodos históricos e conseqüentemente, segundo a percepção da população envolvida.

Assim, a ciência da vulnerabilidade, com relação a sua utilização, fornece as bases teórica e empírica para a elaboração de políticas de redução de riscos através do desenvolvimento de métodos e métricas para analisar a vulnerabilidade das populações frente aos riscos socionaturais e aos eventos extremos (CUTTER, 2003; 2011).

Portanto, o conceito e aplicabilidade da vulnerabilidade tornam-se importantes, pois, integram a construção de riscos (exposição), o perigo a diferentes suscetibilidades, e ainda, habilidades da população frente a um desastre (capacidade adaptativa).

Como resultado, cabe a nós Geógrafos a contribuição pela visão integradora/contextual dos cenários, das dinâmicas e dos processos que devem ser considerados para, de fato, se entender a vulnerabilidade dentro da chamada "sociedade dos riscos", como consequência, propormos e apresentarmos medidas mitigadoras no intuito de ações de melhorias da problemática urbana (MURARA, 2016).

Neste contexto, que entendemos a vulnerabilidade a partir de um triângulo, de modo que a tríade: exposição, suscetibilidade e capacidade adaptativa (adaptação) compõem seus três segmentos de retas (Figura 1).

**Figura 1:** Tríade da vulnerabilidade



## 5 Conclusão

A proposta de se analisar a vulnerabilidade pautada no triângulo permite que o investigador identifique qual de seus segmentos (lados) se destaca e expõem a maior fragilidade daqueles indivíduos, uma vez que o triângulo poderá e apresentará variações de acordo com a localidade de estudo (MURARA, 2016).

Diferentes de modo a expor duas informações importantes, como por exemplo:

1. O aumento da capacidade adaptativa, retira o indivíduo da condição de vulnerável, porém, não o exclui de ser exposto ao fenômeno de desastre;
2. A diminuição da exposição, pode não alterar sua suscetibilidade ou sua capacidade adaptativa;
3. Desta forma, que se justifica a importância de identificar junto aos indivíduos como se encontram cada uma de suas facetas do triângulo da vulnerabilidade.

A proposta em se trabalhar com a triangulação pauta-se na tríade utilizadas (exposição, suscetibilidade e capacidade adaptativa) para a identificação da vulnerabilidade, assim como, no fato de que, uma vez que não há por parte dos indivíduos uma equalização dos componentes da vulnerabilidade, este não poderá assim o ser identificado.

Não querendo esgotar o tema e a discussão da aplicação do conceito de vulnerabilidade, nossa proposta se pauta em uma investigação que não se

utiliza apenas do mapeamento e da sobreposição de índices e números, bem como, de determinismos sociais, ambientais ou econômicos para decretar uma população e uma sociedade vulnerável.

Neste contexto, pautamos o conceito de vulnerabilidade aplicada aos desastres pautada, principalmente nas capacidades adaptativas de uma população que, por sua vez, surgem do processo de interação entre uma comunidade de indivíduos e o meio físico.

## Referências

ADGER, W.N. Social capital, collective action and adaptation to climate change. **Economic Geography**, n. 79, p. 387-404, 2003.

ADGER, W.N. **Vulnerability**. *Global Environmental Change*, v. 16, p. 268-281, 2006.

ADGER, W.N.; BROOKS, N.; BENTHAM, G.; AGNEW, M.; ERIKSEN, S. New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Tyndall Centre for Climate Change Research, **Technical report** 7. p. 128, January 2004.

ALMEIDA, L. Q. de. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidade na Geografia. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./dez. 2011.

ALMEIDA, L. Q. de. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012.

BLAIKIE, P.; DAVIS, I.; WISNER, B. G.; CANNON, T. **At Risk**: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2. ed. London: Routledge. 2003.

CEM. Centro de Estudos da Metrópole. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. Secretária Municipal de Assistência Social de São Paulo. **Mapa da vulnerabilidade social da população da cidade de São Paulo**. São Paulo: Sesc-SP, 2004.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Economic Commission for Latin America and the Caribbean – ECLAC. **Vulnerabilidad Sociodemográfica**: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas. Síntesis y conclusiones. LC/G.2170 (SES .29/16). 8 mar. 2002.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**. n. 20, v. 4, p. 529-539. 1996.

CUTTER, S. L. The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability, **Annals of the Association of American Geographers**. nº 93, vol. 1, p. 1-12. 2003.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. v. 93, 2011.

CUTTER, S. L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. **PNAS**, v. 105, n. 7, p. 2301-2306, 2008.

DESCHAMPS, M. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos MetrÓpole**, n.19, p. 191-219, 1º sem. 2008.

ESTEVES, C. J. O. Riscos e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. In: **Cad. IPARDES**, v.1, n.2, p.62-79, jul./dez. 2011.

GALLOPIN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 293-303, 2006.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group 2. **Third Assessment Report**, Annex B: Glossary of Terms. 2001.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. **A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken,



K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp. 2012.

MARANDOLA Jr., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jul. 2005.

MARANDOLA JR. E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **Revista São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 3343, jan./mar. 2006.

MURARA, P. G. **Adaptação às inundações urbanas em Rio do Sul, Santa Catarina**. Tese. (Doutorado em Geografia). Florianópolis: Programa de Pós-graduação em Geografia/UFSC, 2016. 141p.

OLIVER-SMITH, A. (1999) Peru's Five-Hundred-Year Earthquake: Vulnerability in Historical Context. In: Oliver-Smith, A., Hoffman, S.M. and Hoffman, S. Eds., **The Angry Earth: Disaster in Anthropological Perspective**, Psychology Press, Hove, 74-88.

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, R.; CAVOS, T. Amenazas naturales, sociedad y desastres. In: CAVOS, T. **Convivendo con la naturaleza: el problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México**. Ediciones ILCSA S.A. de C.V.C, 2015.

SOUZA, M.L. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

TURNER, I.I., KASPERSON, R.E., MATSON, P.A., MCCARTHY, J. J., CORSELL, R.W., CHRISTENSES, L., ECKLEY, N., KASPERSON, J.X., LUERS, A., MARTELLO, M.L., POLSKY, C., PULSIPHER, A., SCHILLER, A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, US 100, v. 14, p. 8074-8079, 2003.

# MUNICÍPIOS COM ELEVADO ÍNDICE DE RISCOS DE DESASTRES DE INUNDAÇÕES (IRDI) NO ESTADO DA PARAÍBA: ANÁLISE INTRAMUNICIPAL DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

*Dennis Patrício de Araújo Alexandre  
Daniel Augusto Procópio Costa Bastos  
Camila Cunico*

## **1 Vulnerabilidade socioambiental: antecedentes e proposições**

A compreensão da dinâmica de funcionamento do ambiente natural frente as intervenções resultantes das ações humanas só é possível por meio de estudos integrados do território. Os arranjos das atividades antrópicas, materializados no espaço geográfico, precisam ser analisados tanto pela perspectiva atual quanto pela histórica, considerando os sistemas da natureza (ambientais naturais) e os sistemas da sociedade (socioeconômico).

Segundo Ross (2006) nem a sociedade nem a natureza podem ser tratadas e consideradas como elementos estáticos, ou seja, estão em permanente transformação, apesar de tempos e ritmos diferentes. A integração sociedade-natureza acentua as contradições existentes, bem como evidencia as interrelações de dependência e funcionalidades.

É fato que existe uma desarticulação socioespacial, que pode ser apreendida em diferentes escalas, o que contribui para o advento dos problemas socioambientais. Nesse contexto emerge a concepção socioambiental enquanto possibilidade teórico-analítica.

Destaca-se que os impactos causados pelas ações humanas no meio alcançam patamares globais, cujas consequências geradas são, por exemplo,

as mudanças climáticas, percebidas pela recorrência de desastres ambientais extremos, tais como as inundações e os movimentos de massas (BRAGA, 2012).

Os desastres ambientais podem ser compreendidos como a incidência de um evento em uma área propensa à ocorrência dele (susceptibilidade ambiental), que apresenta baixa capacidade de resposta e adaptação, bem como certo grau de vulnerabilidade social (LIMA, 2018).

A temática que envolve tais desastres assume papel de destaque em diferentes áreas do conhecimento, uma vez que abarca a complexidade de situações de riscos ambientais e vulnerabilidades sociais num cenário de aumento de eventos climáticos extremos.

No Brasil, entre os anos de 1990 e 2015, de acordo com Moura *et al.* (2016), os desastres ambientais de ordem hidrometeorológica foram os mais frequentes. Essa mesma tendência do cenário nacional foi identificada pelos autores no Nordeste brasileiro, que registrou 40% das ocorrências do país, sendo que os desastres associados à estiagem/seca comportaram 78% das ocorrências na região e as inundações atingiram 21% para o mesmo período.

Apesar de quantitativamente menos expressivas, as inundações são intensificadas pela ação humana por meio da descaracterização e degradação do meio físico-natural, da subtração das áreas verdes e da impermeabilização do solo.

Especificamente no estado da Paraíba, foram registradas 349 situações de emergência (SE) e situações de calamidade pública (ECP) em razão de eventos de inundações no período de 2003 a 2016, que provocaram danos humanos e materiais, bem como registros de óbitos (CUNICO *et al.*, 2022). Os desastres por inundação no estado da Paraíba são a materialização das susceptibilidades físico-naturais e das vulnerabilidades sociais, que acabam coexistindo nesse espaço geográfico. Assim, é fundamental identificar quais são essas áreas, suas condições socioambientais e a capacidade de adaptação frente a tais eventos, promovendo a implementação de políticas públicas mais adequadas e insumos para medidas mitigadoras efetivas.

Nesse ensejo, se faz necessário refletir sobre a *vulnerabilidade socioambiental*, a qual se apresenta de maneira polissêmica apesar dos avanços teóricos das últimas décadas. Adotou-se como referencial Mendonça (2001, 2004

e 2010) que, considerando a perspectiva geográfica alicerçada nos princípios sistêmicos, buscou incorporar a fragilidade dos espaços físico-naturais com a vulnerabilidade social, congregando-as em uma concepção denominada de vulnerabilidade socioambiental.

Atualmente há um consenso entre a comunidade científica que os espaços geográficos mais suscetíveis a desastres ambientais são ocupados por populações com maiores privações socioeconômicas. Segundo Deschamps (2004), a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais está diretamente relacionada com a ocorrência de áreas onde há risco de evento adverso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente suscetíveis.

## **2 Contextualizando a pesquisa: do objeto de análise ao objetivo do estudo**

A Paraíba, conforme apresentado, se destaca por registrar reconhecimento de desastres ambientais de origem hidroclimática, predominantemente. Diante desse fato, houve a motivação para a execução de um projeto de pesquisa desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) vinculado ao Laboratório de Climatologia Geográfica da Universidade Federal da Paraíba (CLIMAGEO – UFPB).

O projeto intitulado “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios<sup>1</sup>”, foi executado em três fases distintas: (I) criação do Índice de Riscos de Desastres por Inundações (IRDI) e o Índice de Riscos de Desastres Climáticos (IRDC); (II) detalhamento da vulnerabilidade socioambiental para os municípios com os IRDI e IRDC mais elevados; (III) práticas em Educação para Redução de Riscos de Desastres (ERRD) no estado da Paraíba.

Os 223 municípios da Paraíba, por meio de critérios definidos em Cunico *et al.* (2021), foram hierarquizados de acordo com o Índice de Riscos de Desastres considerando o cenário das inundações e o de seca/estiagem.

---

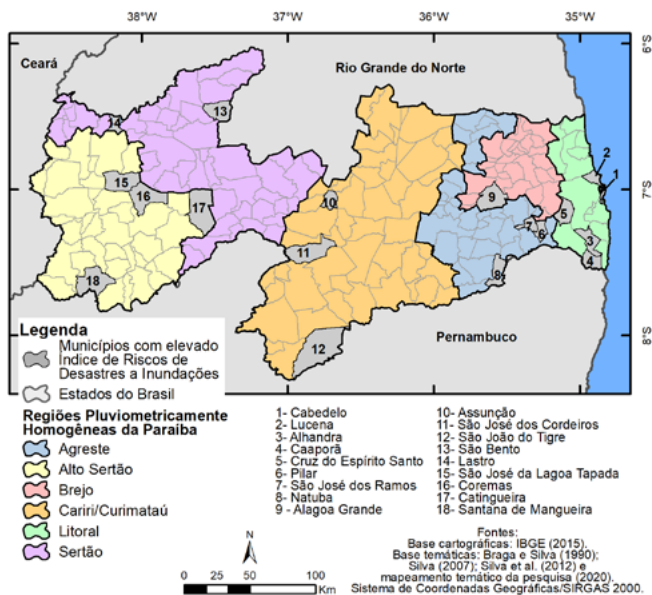
1 Chamada Universal MCTIC/CNPq nº 28/2018, processo n. 424773/2018-0.

Dessa forma, o objetivo do capítulo apresentado é a avaliação da vulnerabilidade socioambiental na escala intramunicipal dos 18 municípios que apresentaram os mais elevados Índice de Riscos de Desastres por Inundações.

A Paraíba possui uma área territorial de 56.467,242 km<sup>2</sup> com 84,30% dos municípios inseridos na região semiárida (BRASIL, Resolução Condel/Sudene n. 150, 2021), fato que corrobora para a predisposição do meio natural à ocorrência de eventos climáticos associados as anomalias negativas da precipitação. Isso não significa que os eventos hidrológicos não ocorram ou que os danos por eles provocados não sejam relevantes no contexto estadual.

Para facilitar a caracterização pluviométrica dos municípios do Estado da Paraíba, Silva, Brito e Pontes (2004) citados por Silva (2007) e Silva *et al.* (2012), propuseram uma divisão em seis regiões, a saber: Agreste, Alto Sertão, Sertão, Litoral, Brejo e Cariri/Curimataú. Em todas as regiões pluviometricamente homogêneas foram encontrados municípios com elevado IRDI (Figura 1).

**Figura 1:** Regiões pluviometricamente homogêneas e respectivos municípios com elevado Índice de Riscos de Desastres por Inundações



Fonte: Cunico *et al.* (2021). Elaboração: os autores (2022)

Os 18 municípios cujo IRDI apresentaram os valores mais expressivos são aqueles que possuem suscetibilidades ambientais associadas a vulnerabilidade social, sendo o resultado a vulnerabilidade socioambiental que somado aos desastres de inundação, constituíram o índice. Tais municípios, localizam-se espacialmente no clima semiárido, cujos eventos hidrológicos ocorrem de acordo com uma periodicidade esporádica. No entanto, diante da materialização do risco, apresentam danos elevados, concentrados nas porções territoriais com elevado adensamento populacional.

### **3 O caminho trilhado: aspectos operacionais e técnicos**

Para os 18 municípios contemplados na pesquisa foram considerados os setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como unidade de análise da vulnerabilidade socioambiental.

Dessa forma, foi utilizada a proposta metodológica de Alves (2006) adaptada por Cunico *et al.* (2021), a qual estabelece como áreas suscetíveis aos processos de inundações aquelas que estão inseridas nos *buffers* de 50 metros do entorno dos corpos hídricos e que interceptam topografias com até 3% de declividade. Esses recortes identificados são compreendidos como aqueles mais propensos às consequências negativas de eventos extremos de chuva. Para compor o procedimento metodológico, calculou-se a porcentagem de cada setor censitário submetido a condição supracitada.

A vulnerabilidade social utilizou como base os dados referentes ao censo demográfico de 2010, tendo em vista que, no momento da execução da pesquisa, compunham o único banco de dados padronizado para todos os municípios, bem como de acesso disponível (IBGE, 2011).

A identificação da vulnerabilidade social seguiu os pressupostos metodológicos dos autores já mencionados, sendo definida por meio de três dimensões: Infraestrutura, Renda e Condições Sociais. Cada dimensão foi composta por variáveis selecionadas a partir da contribuição delas na compreensão da vulnerabilidade social mediante a ocorrência de desastres por inundações. Os pesos atribuídos também são compatíveis com essa interpretação e para cada dimensão totalizam peso 1,0 (Quadro 1).

**Quadro 1:** Dimensões, variáveis e respectivos pesos atribuídos

Dimensão	Peso	Variável
<b>Infraestrutura</b>	0,1	% de DPP* com moradia inadequada – não existe iluminação pública
	0,2	% de DPP com moradia inadequada – não existe bueiro/boca-de-lobo
	0,1	% de DPP com moradia inadequada – não existe arborização
	0,3	% de DPP com moradia inadequada – existe esgoto a céu aberto
	0,3	% de DPP com moradia inadequada – existe lixo acumulado nos logradouros
<b>Renda</b>	0,2	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por DPP
	0,3	% de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo
	0,5	% de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal
<b>Situação social</b>	0,05	% da população infantil (até 12 incompletos).
	0,15	% de responsáveis por DPP com 10 a 19 anos
	0,05	% da população de idosos (acima de 60 anos de idade)
	0,15	% de responsáveis por DPP com idade superior a 60 anos
	0,05	% de responsáveis por DPP não alfabetizados
	0,1	% de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo, do sexo feminino
	0,1	% de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, do sexo feminino
	0,05	% de moradores em DPP sem abastecimento de água da rede geral
	0,05	% de moradores em DPP sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário
	0,1	% de moradores em DPP sem lixo coletado
	0,1	% de moradores em DPP com lixo jogado em rio, lago ou mar
	0,05	% de moradores em DPP sem energia elétrica

\* DPP: Domicílio Particular Permanente.

Fonte: Adaptado de Cunico *et al.* (2021)

A dimensão de Infraestrutura trata de temáticas e direitos inalienáveis da população, mas que costumam sofrer negligência por parte do poder público para certos segmentos da sociedade. Remetem a condições básicas para vida em sociedade, tais como: moradia, serviços e amenidades, dentre outros. Destaca-se que a identificação das condições de infraestrutura disponível nos auxilia no reconhecimento de áreas insalubres e inadequadas para habitação populacional, e que acabam por induzir a ocorrência de desastres (ZANELLA *et al.*, 2013).

Já a dimensão de Renda, retrata que os grupos sociais classificados como de menor capacidade financeira, acabam por representar os indivíduos mais vulneráveis da sociedade brasileira. Janczura (2012) reflete que a carência econômica representa a grande proximidade com riscos diversos, uma vez que, a população não dispõe de bens e serviços que os permitam enfrentar as adversidades. A terceira dimensão analisada consiste na Situação Social e aborda temáticas, tais como: gênero, faixa etária e educação. Essa dimensão acaba por refletir o arranjo familiar existente, bem como reforça o diagnóstico das condições sociais e econômicas que tais arranjos estão submetidos (ROCHA *et al.*, 2017).

Como as variáveis adotadas possuem unidades de mensuração diferentes, a normalização dos dados foi uma etapa imprescindível para que os valores expressos fossem compatíveis com a representatividade e a realidade dos municípios analisados. A normalização possibilita ajustar os dados a uma escala comum, sendo empregada na pesquisa a equação do Máx-Mín (Equação 1). Para a variável “Valor do rendimento médio domiciliar” foi aplicada a Equação 2, pois na sua análise a interpretação do valor encontrado se comporta de maneira inversa, ou seja, quanto maior o valor expresso, menor a condição de vulnerabilidade.

$$I_{ps} = \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$I_{ps} = 1 - \frac{I_s - I_{-v}}{I_{+v} - I_{-v}} \quad (\text{Equação 2})$$



Onde:

$I_p$  = valor normalizado da variável “I” no setor censitário “s”;

$I_s$  = valor da variável “I” no setor censitário “s”;

$I-v$  = menor valor da variável “I” no universo de setores censitários; e

$I+v$  = maior valor da variável “I” no universo de setores censitários.

Na continuidade do percurso metodológico, realizou-se uma síntese (combinação) das dimensões analisadas, etapa esta alcançada por meio da atribuição dos pesos individuais de cada variável, que quando somadas totalizam peso 1,0 (valor máximo de cada dimensão). Salienta-se que a atribuição dos pesos se deu com base na experiência dos especialistas envolvidos na execução do projeto (Chamada Universal) e da pesquisa em tela. O resultado da combinação das dimensões consiste na vulnerabilidade social de cada setor censitário.

A última etapa operacional abrange a vulnerabilidade socioambiental considerando a suscetibilidade a inundação por setor censitário de cada um dos 18 município previamente selecionados. Assim, a partir de uma álgebra de mapas simples foi possível a combinação das variáveis que representam as condições físico-naturais com as que caracterizam as condições socioeconômicas.

## **4 Das aplicações aos achados: a vulnerabilidade socioambiental por setor censitário**

De acordo com os resultados encontrados a partir da estratégia metodológica adotada e da especialização das variáveis, observou-se que a dimensão de Renda foi a que mais impactou negativamente os setores censitários dos 18 municípios analisados, ou seja, do total de 376 setores censitários, 33 deles (8,78%) se encaixaram na classe de “alta vulnerabilidade”, e 276 setores (73,40%) correspondem a classe de “média vulnerabilidade” (Quadro 2).

**Quadro 2:** Dimensão de Renda: distribuição da quantidade de setores censitários por município, considerando as classes de vulnerabilidade

Região	Municípios	Classes					Total
		MB	B	M	A	MA	
Brejo	Alagoa Grande	0	2	37	5	0	44
Litoral	Alhandra	0	0	25	4	0	29
	Caaporã	0	5	21	1	0	27
	Cabedelo	20	30	34	1	0	85
	Cruz do Espírito Santo	0	2	19	0	0	21
	Lucena	0	2	12	3	0	17
Agreste	Natuba	0	0	11	3	0	14
	Pilar	0	0	14	2	0	16
	São José dos Ramos	0	0	4	2	0	6
Cariri/ Curimataú	Assunção	0	0	6	0	0	6
	São João do Tigre	0	0	7	4	0	11
	São José dos Cordeiros	0	0	7	0	0	7
Sertão	Lastro	0	0	6	0	0	6
	São Bento	0	4	34	0	0	38
Alto Sertão	Catingueira	0	0	9	0	0	9
	Coremas	0	2	18	1	0	21
	Santana de Mangueira	0	0	5	5	0	10
	São José da Lagoa Tapada	0	0	7	2	0	9
<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>47</b>	<b>276</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>376</b>

MB: Muito baixa; B: Baixa; M: Média; A: Alta e MA: Muito Alta.

Fonte: mapeamento temático da pesquisa. Organização própria.

Para a maioria dos 33 setores censitários que se encaixaram na classe de “alta vulnerabilidade”, a variável que mais impactou para essa classificação foi a de porcentagem de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de

até 1 salário mínimo. Os municípios de São José dos Ramos e São João do Tigre foram aqueles que totalizaram mais de 30% dos seus setores censitários em alta vulnerabilidade, enquanto Santana de Mangueira, esse valor corresponde a 50%. Com exceção do Sertão, todas as demais regiões apresentaram municípios com setores nessa categoria.

Levando-se em conta que, de acordo com o IBGE (2022), para muitos municípios a arrecadação monetária é (em sua maior parte) proveniente de recursos federais e estaduais, é evidente uma maior vulnerabilidade dessas populações em relação àqueles municípios que possuem uma renda mais variada, procedente de diferentes setores econômicos. Deschamps (2004) diz que níveis socioeconômicos instáveis estão acompanhados de uma baixa capacidade de resposta e adaptação a eventos naturais potencialmente perigosos.

No que diz respeito a dimensão de Infraestrutura, apenas três setores censitários (menos de 1% do total avaliado) ficaram excluídos das classes de “baixa” e “muito baixa vulnerabilidade”, indicando uma homogeneidade das variáveis envolvidas na análise, conforme pode-se observar no Quadro 3.

**Quadro 3:** Dimensão de Infraestrutura: distribuição da quantidade de setores censitários por município, considerando as classes de vulnerabilidade

Região	Municípios	Classes					Total
		MB	B	M	A	MA	
Brejo	Alagoa Grande	43	0	1	0	0	44
Litoral	Alhandra	28	0	1	0	0	29
	Caaporã	27	0	0	0	0	27
	Cabedelo	83	1	0	1	0	85
	Cruz do Espírito Santo	21	0	0	0	0	21
	Lucena	16	1	0	0	0	17
Agreste	Natuba	14	0	0	0	0	14
	Pilar	16	0	0	0	0	16
	São José dos Ramos	6	0	0	0	0	6

Cariri/ Curimataú	Assunção	6	0	0	0	0	6
	São João do Tigre	11	0	0	0	0	11
	São José dos Cordeiros	7	0	0	0	0	7
Sertão	Lastro	6	0	0	0	0	6
	São Bento	38	0	0	0	0	38
Alto Sertão	Catingueira	9	0	0	0	0	9
	Coremas	21	0	0	0	0	21
	Santana de Mangueira	10	0	0	0	0	10
	São José da Lagoa Tapada	9	0	0	0	0	9
<b>Total</b>		<b>371</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>376</b>

MB: Muito baixa; B: Baixa; M: Média; A: Alta e MA: Muito Alta.

Fonte: mapeamento temático da pesquisa. Organização própria.

Apenas um setor apresentou “alta vulnerabilidade”, localizado no município de Cabedelo, onde a variável que mais influenciou nessa condição foi a porcentagem de domicílios particulares permanentes com moradia inadequada e lixo acumulado nos logradouros.

Diante dessas informações, 99,2% dos setores censitários, ficaram contemplados pelas classes mais desejáveis. É preciso ressaltar, no entanto, que de acordo com o IBGE (2022), do universo de municípios considerados nessa pesquisa, apenas São Bento, Coremas, São José dos Cordeiros, Cabedelo e João Pessoa apresentaram índices superiores a 50% de esgotamento sanitário satisfatório. Muito embora o resultado geral da dimensão apresente condições adequadas, é fundamental a universalização dos serviços de saneamento básico, uma vez que essa realidade diante de desastres de origem hidrológica, pode comprometer a qualidade de vida da população afetada.

A dimensão Social também possui uma concentração significativa de setores censitários nas classes de “baixa e muito baixa vulnerabilidade”, ou seja, 92,82% do total. Apenas 26 setores, que correspondem a 6,91% do total, ficaram inseridos na classe de “média vulnerabilidade”, conforme demonstrado no Quadro 4.

**Quadro 4:** Dimensão Social: distribuição da quantidade de setores censitários por município, considerando as classes de vulnerabilidade

Região	Municípios	Classes					Total
		MB	B	M	A	MA	
Brejo	Alagoa Grande	3	38	2	1	0	44
Litoral	Alhandra	10	18	1	0	0	29
	Caaporã	15	11	1	0	0	27
	Cabedelo	68	17	0	0	0	85
	Cruz do Espírito Santo	2	18	1	0	0	21
	Lucena	7	10	0	0	0	17
Agreste	Natuba	0	12	2	0	0	14
	Pilar	2	12	2	0	0	16
	São José dos Ramos	0	2	4	0	0	6
Cariri/ Curimataú	Assunção	0	6	0	0	0	6
	São João do Tigre	0	4	7	0	0	11
	São José dos Cordeiros	0	5	2	0	0	7
Sertão	Lastro	1	4	1	0	0	6
	São Bento	16	21	1	0	0	38
Alto Sertão	Catingueira	1	7	1	0	0	9
	Coremas	2	19	0	0	0	21
	Santana de Mangueira	0	9	1	0	0	10
	São José da Lagoa Tapada	0	9	0	0	0	9
<b>Total</b>		<b>127</b>	<b>222</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>376</b>

MB: Muito baixa; B: Baixa; M: Média; A: Alta e MA: Muito Alta.

Fonte: mapeamento temático da pesquisa. Organização própria.

As variáveis que mais impactaram na dimensão Social foram: a ausência da coleta de lixo e a presença de domicílios particulares permanentes com responsáveis na faixa etária entre 10 e 19 anos.

Isoladamente a dimensão de Renda apresentou o cenário mais preocupante e foi a que mais influenciou a vulnerabilidade social, a qual, de acordo com os pressupostos metodológicos adotados, foi resultado da combinação das três dimensões detalhadas. Analisando a vulnerabilidade social (Quadro 5), 55,32% dos setores censitários analisados foram classificados como de “média vulnerabilidade”. Já 13,58% dos setores corresponderam as classes de “alta e muito alta” vulnerabilidade. Os municípios que se destacam com a maior quantidade de setores nessa classe foram: São José dos Ramos (83,33%), São João do Tigre (72,72%), São José dos Cordeiros (42,85%) e Santana de Mangueira (50%).

Como o objetivo principal da pesquisa está diretamente relacionado com a análise da vulnerabilidade socioambiental, foi necessária a espacialização e quantificação dos setores de acordo com a suscetibilidade ambiental aos desastres por inundação. Assim, observou-se que 83 setores (22,07% do total) estavam submetidos as classes de “média, alta e muito alta suscetibilidade”, merecendo destaque os municípios de Cabedelo e Lucena que apresentaram, respectivamente, 36,47% e 58,82% dos seus setores censitários nessas condições mencionadas. Já as classes de “muito baixa e baixa suscetibilidade” totalizaram 293 setores (77,92% do total).

**Quadro 5:** Vulnerabilidade Social: distribuição da quantidade de setores censitários por município, considerando o grau de vulnerabilidade

Região	Municípios	Classes					Total
		MB	B	M	A	MA	
Brejo	Alagoa Grande	0	4	32	7	1	44
Litoral	Alhandra	0	5	21	2	1	29
	Caaporã	0	9	17	1	0	27
	Cabedelo	25	43	15	0	2	85
	Cruz do Espírito Santo	0	5	15	1	0	21
	Lucena	0	4	11	2	0	17

Agreste	Natuba	0	0	10	4	0	14
	Pilar	0	2	12	1	1	16
	São José dos Ramos	0	0	1	5	0	6
Cariri/ Curimataú	Assunção	0	0	6	0	0	6
	São João do Tigre	0	0	3	7	1	11
	São José dos Cordeiros	0	0	4	3	0	7
Sertão	Lastro	0	0	4	2	0	6
	São Bento	0	16	22	0	0	38
Alto Sertão	Catingueira	0	1	6	2	0	9
	Coremas	0	3	17	1	0	21
	Santana de Mangueira	0	0	5	5	0	10
	São José da Lagoa Tapada	0	0	7	2	0	9
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>92</b>	<b>208</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>376</b>

MB: Muito baixa; B: Baixa; M: Média; A: Alta e MA: Muito Alta.

Fonte: mapeamento temático da pesquisa. Organização própria

A concentração de setores desfavoráveis na região pluviometricamente homogênea do Litoral está diretamente relacionada a condições como: alta densidade de drenagem, altimetrias pouco expressivas, declividades suaves ou suavemente onduladas e elevados índices de pluviosidade, que acabam culminando na propensão a ocorrência de eventos hidrológicos. Evidencia-se que os municípios e seus respectivos setores censitários inseridos na região comportam 48,02% da população total dos 18 municípios objetos de estudo. Portanto, observa-se a coexistência de fatores físico-naturais e densidade populacional significativa que, dependendo das condições socioeconômicas, são indutores para a ocorrência de desastres ambientais de diferentes tipologias.

É preciso ter atenção com município de Coremas, uma vez que se localiza em região com a ocorrência de chuvas concentradas ao longo do ano, além da presença do Rio Piancó, de tal modo que, a maior parte de sua área territorial está sob influência do *buffer* de drenagem de 50 metros.

Para finalizar a análise proposta, é necessário a construção da espacialização da vulnerabilidade socioambiental que integra as duas dimensões: ambiental e socioeconômica, cuja síntese está no Quadro 6.

**Quadro 6:** Vulnerabilidade Socioambiental: distribuição da quantidade de setores censitários por município, considerando o grau de vulnerabilidade

Região	Municípios	Classes					Total
		MB	B	M	A	MA	
Brejo	Alagoa Grande	1	31	10	2	0	44
Litoral	Alhandra	5	17	7	0	0	29
	Caaporã	8	14	5	0	0	27
	Cabedelo	36	14	17	16	2	85
	Cruz do Espírito Santo	0	7	10	4	0	21
	Lucena	0	1	8	7	1	17
Agreste	Natuba	0	9	5	0	0	14
	Pilar	0	11	5	0	0	16
	São José dos Ramos	0	1	5	0	0	6
Cariri/ Curimataú	Assunção	0	6	0	0	0	6
	São João do Tigre	0	7	4	0	0	11
	São José dos Cordeiros	0	6	1	0	0	7
Sertão	Lastro	0	2	4	0	0	6
	São Bento	5	20	13	0	0	38
Alto Sertão	Catingueira	0	7	2	0	0	9
	Coremas	1	11	7	1	1	21
	Santana de Mangueira	0	2	8	0	0	10
	São José da Lagoa Tapada	0	4	5	0	0	9
Total		56	170	116	30	4	376

MB: Muito baixa; B: Baixa; M: Média; A: Alta e MA: Muito Alta.

Fonte: mapeamento temático da pesquisa. Organização própria.



As classes de “alta e muito alta vulnerabilidade socioambiental” apresentaram um total de 34 setores, que correspondem a 9,1% do total de setores da área de estudo. As classes de “muito baixa e baixa vulnerabilidade socioambiental” se destacaram nesse quantitativo, correspondendo a 60,10% do total de setores. Por fim, a classe de “média vulnerabilidade socioambiental” perfaz 30,85% do total. Uma ressalva é fundamental: nos setores da última classe mencionada, caso não ocorra um processo de gerenciamento efetivo das áreas de risco, pode desencadear um agravamento das condições que potencializam a ocorrência de desastres.

Os municípios de Cabedelo e de Lucena apresentaram um quantitativo mais expressivo de seus setores censitários submetidos a condição de “alta e muito alta vulnerabilidade socioambiental”, sendo 21,17% e 47,05%, respectivamente. Como já mencionado, a região pluviometricamente homogênea do Litoral é a que apresentou maior representatividade da suscetibilidade ambiental, no entanto, os valores da vulnerabilidade social atenuaram a ocorrência da vulnerabilidade socioambiental.

## **5 Reflexões finais e possibilidades futuras**

Os resultados encontrados na pesquisa demonstram que a metodologia de identificação da vulnerabilidade socioambiental é robusta e que necessita de atualização das variáveis envolvidas no processo, tendo em vista a dinâmica socioeconômica. Essas atualizações permitem avaliar e monitorar de maneira mais específica as ações de mitigação das áreas de riscos de desastres.

A pesquisa utilizou os dados do censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010, desta forma, o panorama apresentado está relacionado a esta década em questão. Com a disponibilização dos dados pelo censo em andamento (após uma diferença temporal de 12 anos), os achados da pesquisa certamente precisam ser revisitados.

Contudo, a metodologia é viável, factível de ser aplicada em diferentes áreas de estudo e os resultados podem auxiliar de maneira ímpar na gestão das áreas de riscos, uma vez que permite manter as especificidades das variáveis que constituíram o objeto de análise, bem como possibilitaram a análise integrada.

Expressar os dados socioeconômicos por meio de setores censitários aproxima ainda mais a pesquisa da realidade existente. É fundamental que os insumos físico-naturais também tenham atualizações periódicas e representações em escalas compatíveis com estudos mais detalhados. Além do mais, conhecer a realidade de uma área de estudo deve ser objetivo imprescindível, pois qualquer intervenção requer conhecimento dos elementos que se materializam na superfície, embasado científica e tecnicamente.

Uma possibilidade de continuidade dessa pesquisa ocorre a partir de uma análise da classificação dos setores censitários, ou seja, diferenciando-os em urbanos e rurais. Isso porque as áreas urbanas apresentam muitos elementos para análise, fato que aumenta a capacidade de intervenção e elaboração de medidas mitigadoras da vulnerabilidade socioambiental, porém, é necessário lembrar que os sistemas urbanos se apresentam socialmente complexos e repletos de tensões ambientais, intensificando os conflitos entre o ambiente e a população, que, na escala da cidade, atinge diretamente a população. Já as áreas rurais acabam, muitas vezes, não incluídas de maneira satisfatória nos planejamentos estratégicos para mitigação dos problemas já existentes.

Também é fundamental analisar a extensão territorial dos setores censitários que apresentaram os piores resultados, bem como a quantidade de pessoas neles inseridas. Essas possibilidades apresentadas fomentam a tomada de decisão mediante as situações de materialização de eventos extremos que podem desencadear desastres ambientais.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no estado da Paraíba: subsídios para planejamento e gestão dos territórios”. Chamada Universal MCTIC/CNPq nº 28/2018, processo n. 424773/2018-0; ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Geografia Física e Dinâmica Socioambiental (GEOFISA) e ao Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO), ambos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pelos debates promovidos e conhecimento produzido.

## Referências

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 43-59, jan./jun, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/6LBPFTkP3J5BGsdGLmQRsBg/abstract/?lang=pt>. Acesso: 19 jul. 2022.

BRAGA, R. Mudanças climáticas e planejamento urbano: uma análise do Estatuto da Cidade. **Anais do VI Encontro Nacional da ANPPAS**. Belém, p. 1-15, 2012. Disponível em: [https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/planejamentoterritorialegeoprocessamento640/md\\_roberto\\_artigos\\_artig\\_anppas.pdf](https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/planejamentoterritorialegeoprocessamento640/md_roberto_artigos_artig_anppas.pdf). Acesso em: 15 mai. 2022.

BRASIL. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 150/2021**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623>. Acesso: 20 fev. 2022.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. de O. Vulnerabilidade socioambiental e Risco de Desastre por Inundações no Estado da Paraíba, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 42, n. 01, 2022. DOI: 10.5216/bgg.v42.71324. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/71324> . Acesso em: 5 set. 2022.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O.; MOURA C. M. S. Metodologias para identificação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos de desastres hidroclimáticos na Paraíba. 01-25p. In: **Paraíba: pluralidade e representações geográficas**, v.4. SILVA, A. B; GALVÃO, J. C; LUCENA, D. B (Orgs.). Campina Grande: EDUFCG, 2021. 253p.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. 155p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9673&t=downloads>. Acesso 10 fev. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 13 jul. 2022.

JANCZURA, R. Risco ou vulnerabilidade social? **Textos & Contextos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301-308, 2012.

LIMA, J. S. Q. **Desastres ambientais nos assentamentos precários da cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil**: riscos derivados da integração entre vulnerabilidade social e ameaças naturais. Tese (Doutorado em Geografia). Fortaleza: Programa de Pós- graduação em Geografia/UFCE, 2018. 193p.

MENDONÇA, F. Geografia Socioambiental. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n.16, p.139-158, 2001.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, 2004.

MENDONÇA, F. Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MOURA, M. O.; CUNICO, C.; NÓBREGA, R. S.; DUARTE, C. C. Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 259-271. 2016.

ROCHA, B. N.; CURI, R. L. C.; MARGUTI, B. O.; COSTA, M. A. A dimensão de gênero no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS): alguns apontamentos

teóricos e analíticos. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 16, jan./jun. 2017.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**.

Dissertação de Mestrado. Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia/UFPG, 2007. 114p.

SILVA, L. L.; MENEZES, H. E. A.; DANTAS, R. T.; COSTA, R. F.; MENEZES, H. E. Relações das precipitações da pré-estação com o período chuvoso no estado da Paraíba. **Revista de estudos ambientais**, 2012, n. 4. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/3569/2509> Acesso em: 19 jul. 2022.

ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L.; COSTA, M. C. L.; DANTAS, E. W. C. Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 317-332, 2013.

# MAPEAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DO RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS, PERNAMBUCO

*Cristiana Coutinho Duarte*

*Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley*

*Ayobami Badiru Moreira*

## 1 Introdução

O desenvolvimento da expansão urbana no Brasil propiciou a formação de áreas segmentadas, marginalizadas e periféricas, caracterizadas pelo adensamento de populações de baixa renda em ocupações irregulares que, na maioria dos casos, coincidem com áreas de risco de deslizamentos ou inundações, levando ao surgimento de “fatores de risco” e a novas formas de risco em todos os níveis.

O conhecimento da suscetibilidade e do perigo e a identificação dos elementos expostos é o ponto de partida nas pesquisas relacionadas à redução de risco de desastres. Na avaliação da suscetibilidade considera-se apenas a probabilidade espacial, ou seja, responde a pergunta: onde um movimento de massa poderá ocorrer? No entanto, quando se acrescenta a probabilidade temporal (análise da frequência), tem-se a avaliação do perigo, que responderá à seguinte pergunta: onde, quando e em que magnitude o processo ocorrerá? Neste modo, o perigo é expresso como a probabilidade de ocorrência dentro de um período de referência. Já os estudos de vulnerabilidade e risco, procuram entender as questões como e quais seriam as suas consequências? (VAN WESTEN; VAN ASCH; SOETERS, 2006).

Dessa forma, não basta o estudo da suscetibilidade e perigo dos fenômenos, torna-se essencial conhecer a vulnerabilidade dos territórios, das comunidades e dos indivíduos para apreender completamente e poder aplicar, de modo correto, os estudos de riscos (CUNHA; RAMOS, 2013).

A compreensão da vulnerabilidade, portanto, é definida como a propensão ou predisposição para sofrer danos. A resiliência, tratada como a capacidade de uma sociedade de responder adequadamente a um desastre, aumenta a capacidade de uma sociedade de superar os riscos e perdas provocadas pela ocorrência de desastres.

Diversos estudos voltam-se para a compreensão dos conceitos de exposição, vulnerabilidade e resiliência, bem como a identificação das causas básicas do risco como proposta metodológica para a redução de risco de desastres, tais como os trabalhos desenvolvidos por Cordona e Carrño (2011), Oliver-Smith *et al.*, (2016) e Wisner (2016).

No caso do município de Garanhuns - PE, a expansão urbana com suas diferentes formas de ocupação tem influenciado na atuação dos processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa. De acordo com Azambuja e Corrêa (2015), as ocupações nas áreas desfavoráveis desse município têm contribuído para o surgimento de perturbações pela retomada dos processos erosivos lineares e regressão das cabeceiras das paleovoçorocas existentes no município.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo elaborar um zoneamento do risco a movimentos de massa no perímetro urbano do município de Garanhuns, por meio de uma abordagem quali-quantitativa. Para isso foram utilizados um modelo digital do terreno (MDT) e ortofotocarta, de alta resolução, gerados por tecnologia LIDAR (Light Detection and Ranging) e levantamento aerofotogramétrico, respectivamente, para elaboração dos mapas de suscetibilidade a movimentos de massa, vulnerabilidade e conseqüentemente de risco da área de estudo.

Buscou-se, portanto, realizar um zoneamento do risco de movimentos de massa, utilizando-se metodologias de fácil aplicação, bem como a obtenção de base cartográfica e dados temáticos de qualidade e disponíveis gratuitamente. Espera-se que os resultados possam ser periodicamente atualizados e sirvam como subsídios aos gestores públicos na elaboração de políticas públicas de ordenamento territorial frente à redução do risco de movimentos de massa e processos correlatos.

## 2 O município de Garanhuns: características físicas que potencializam os riscos de movimentos de massa

O município de Garanhuns localiza-se na região de desenvolvimento do Agreste Meridional (Figura 1), atuando como pólo regional por meio de abastecimento das cidades vizinhas, prestação de serviços e comércio. Abrange uma área de 458,55 km<sup>2</sup>, da qual 451,44 km<sup>2</sup> forma a zona rural e apenas 7,11 km<sup>2</sup> forma a zona urbana. É composto por três distritos: Garanhuns (sede), Iratama, Miracica e São Pedro.

**Figura 1:** Localização do município de Garanhuns



Elaboração: os autores (2022)

A posição do município de Garanhuns no topo do Planalto da Borborema confere-lhe características climáticas amenas em relação às localidades vizinhas. Neste caso, o clima do município é classificado como Tropical do Nordeste Oriental Subquente úmido com quatro a cinco meses secos (IBGE, 2002), com chuvas concentradas no período de outono-inverno, com as maiores médias mensais em maio, junho e julho.

A dinâmica climática da área de estudo é essencialmente controlada pela atuação da massa de ar Tropical atlântica (mTa), sazonalmente úmida e



caracterizada pela persistência dos ventos alísios de sudeste (WANDERLEY; NÓBREGA, 2022). Durante os meses de outono e de inverno, distúrbios ondulatórios se propagam de leste no oceano Atlântico, ao longo do cinturão dos ventos alísios da mTa, e atingem o Nordeste brasileiro, modulando o desenvolvimento de instabilidade (ALVES *et al.*, 2013).

De acordo com Gomes *et al.* (2019), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) são responsáveis por cerca de 60% da precipitação anual no nordeste oriental. Os DOLs também estão relacionados com a ocorrência de chuvas intensas, potencialmente indutoras de movimentos de massa. Por esta razão, o perigo associado a estes eventos é fortemente sazonal, seguindo o ritmo climático no nordeste oriental.

A área urbana do município está inserida no cinturão orogenético da Província Borborema, e tem como principal unidade geológica o Complexo Cabrobó, circundada pelo complexo Belém de São Francisco (AZAMBUJA, 2007). Nesse contexto, no sítio urbano, destaca-se a ocorrência de sequências rochosas metassedimentares e metaplutônicas.

Em virtude da condição climática de maior umidade nas áreas de cimeiras da Borborema, predominam solos desenvolvidos, do tipo Argissolos e Latossolos (BISPO *et al.*, 2018). Destaca-se que os perfis latossólicos são formações herdadas de períodos mais úmidos, em condições climáticas pretéritas, não apresentando funcionalidade com as condições subúmidas atuais. Os dois tipos de solos que predominam na área de estudo são suscetíveis aos processos erosivos, especialmente em áreas de expansão dos assentamentos urbanos (AZAMBUJA; CORRÊA, 2015).

### **3 Aspectos operacionais e técnicos**

O mapeamento do risco a movimentos de massa no município de Garanhuns ocorreu em quatro etapas: 1) Levantamento e análise dos dados; 2) Avaliação da suscetibilidade a movimentos de massa; 3) Avaliação da vulnerabilidade social; e 4) Avaliação e zoneamento do risco a movimentos de massa na área urbana do município, conforme o fluxograma da figura 2.

**Figura 2:** Fluxograma metodológico para o mapeamento do risco a movimentos de massa no município de Garanhuns



Fonte: elaborado pelos autores (2022)

### 3.1 Levantamento e análise dos dados

Foram coletados e/ou elaborados bases cartográficas, imagens de satélite e dados temáticos em institutos de pesquisas nacionais e estaduais, conforme os detalhamentos a seguir:

- **Base cartográfica:** todos os dados temáticos foram elaborados ou readaptados a partir de ortofotocartas na escala 1:1.000 e Modelo Digital do Terreno (MDT) de resolução espacial de 50 cm e radiométrica de

32 bits gerados, por levantamento aerofotogramétrico e LIDAR (Light Detection and Ranging), respectivamente, fornecidos pelo projeto Pernambuco tridimensional (PE3D) da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de Pernambuco.

- **Base temática:** as bases temáticas geradas e usadas na modelagem da suscetibilidade foram: curvatura, declividade e solos. Tais bases tiveram metodologias específicas para o seu desenvolvimento, conforme será descrito a seguir:
- **Curvatura:** esse parâmetro topográfico é utilizado como uma variável indireta na compreensão de como os fluxos de água se distribuem ao longo da encosta. Foi obtido por meio da ferramenta *Curvature* do ArcGIS 10.1 para extração das curvaturas que utilizam como base as metodologias propostas por Moore and Grayson (1991) e Zevenbergen and Thorne (1987). Essa ferramenta dá a opção de três *raster* de saída: *profile curvature*, *plan curvature* e *curvature*, e foram gerados por meio do MDT anteriormente citado. Optou-se por utilizar o *raster curvature* representadas em 3 classes: côncava/convergente; retilínea/planar e convexa/divergente, as quais representam a máxima concentração e a máxima dispersão do fluxo. Os valores negativos indicam que a forma é côncava/convergente, os valores positivos que a forma é convexa/divergente e o intervalo de -0,05 e 0,05 indica que a superfície é plana.
- **Declividade:** é definida como um plano tangente à superfície, que corresponde a inclinação do terreno em relação à referência horizontal, expresso como mudança de elevação sobre certa distância (BURROUGH, 1991). Foi extraída por meio da ferramenta *Slope* no ArcGIS 10.1, com intervalos relacionados com a inclinação da encosta em graus (°). Utilizando o método *natural breaks*, “quebra natural” que melhor representou as declividades existentes na área de estudo, dividiu-se os intervalos de declividade em sete classes: 0-7°, 7°-11°, 11°-17°, 17°-27°, 27°-45°, >45°. A declividade é considerada como parâmetro geoambiental mais eficiente na modelagem de suscetibilidade a movimentos de massa

(erosão e deslizamentos) (KAVZOGLU *et al.* 2015; MYRONIDIS *et al.* 2016; REICHENBACH *et al.* 2018).

- **Solos:** devido a inexistência de mapas de solos na escala de análise ou em escalas próximas e em função da inexistência de recursos para obtenção de dados mais detalhados em campo, fez-se uso das unidades de mapeamento de solos, na escala de 1:100.000 do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE (SILVA *et al.*, 2001). Essas unidades foram readaptadas em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) às curvas de nível com equidistância de 10 metros com base no MDT utilizado. Assim, o supracitado mapa não consiste em um mapa pedológico ou com características geotécnicas, mas em uma associação de solos contendo as seguintes classes: PA'16 = Solos ARGISSOLO AMARELO e VERMELHO AMARELO (60%) tb de textura média argilosa + LATOSSOLO AMARELO (40%) de textura argilosa; ambos álicos e distróficos; e LA2 = Solos LATOSSOLO AMARELO (40%) + LATOSSOLO AMARELO (30%), ambos de textura argilosa, + ARGISSOLO AMARELO e VERMELHO AMARELO (30%) textura média/argilosa. Todos álicos e distróficos.

### 3.2 Avaliação da suscetibilidade a movimentos de massa

Para avaliação da suscetibilidade a movimentos de massa do perímetro urbano do município de Garanhuns, fez-se uso do método qualitativo, heurístico, baseado no conhecimento do pesquisador para a associação de pesos referentes à suscetibilidade de cada classe dos parâmetros trabalhados. Assim, foram associados os graus de suscetibilidade baixa (1), média (2) e alta (3) às classes dos parâmetros. Em seguida, os parâmetros foram transformados em *raster* e reclassificados quanto aos seus respectivos valores de suscetibilidade, de acordo com a metodologia utilizada por Torres *et al.* (2014) no município do Ipojuca.

Após a reclassificação de todas as classes dos parâmetros de entrada quanto ao seu grau de suscetibilidade, aplicou-se a análise multicritério denominada *Analytical Hierarchy Process* (AHP) desenvolvida por Saaty (1987),

a qual é uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão baseada na lógica de comparação pareada e permite estimar um peso relacionado a contribuição relativa de cada um dos parâmetros no desenvolvimento dos movimentos de massa. Os parâmetros foram, então, comparados dois a dois; e um critério de importância relativa referente à suscetibilidade a movimentos de massa foi atribuído ao relacionamento entre esses fatores, conforme uma escala pré-definida por Saaty (1987). A atribuição da contribuição relativa baseou-se no conhecimento prévio dos autores e com o apoio dos resultados de artigos científicos com base em análise estatística para avaliação da suscetibilidade a deslizamentos (GUZZETTI, 2005, PFALTZGRAFF, 2007, VAN WESTEN; VAN ASCH; SOETERS, 2006, REICHENBACH *et al.*, 2018; YAN *et al.*, 2019).

O Índice de Suscetibilidade (IS) foi gerado a partir do somatório da multiplicação de cada fator condicionante pelo seu respectivo peso, gerado após a aplicação da AHP.

### 3.3 Índice de Vulnerabilidade

O índice de vulnerabilidade para a área urbana do município de Garanhuns foi calculado com base na metodologia proposta por Goerl *et al.* (2011). Entretanto, dada as diferentes ordens de grandezas das variáveis utilizadas para o cálculo do índice de vulnerabilidade, elas tiveram que passar por um processo de escalonamento antes da aplicação do cálculo para gerar o índice de vulnerabilidade. Assim, todas as variáveis passaram a ter valores 0 a 1.

Após a normalização das variáveis, foram elaborados mapas para cada uma das variáveis e posteriormente transformados em *raster*. Por conseguinte, para o cálculo do índice de vulnerabilidade utilizou-se a equação a seguir por meio da Álgebra de Mapas:

$$IV = \frac{(Dd+Nm+Mn+Td+E+R)}{IDHM}$$

Em que *Dd* é a densidade demográfica de cada setor; *Nm* é o número de moradores por setor; *Mn* é média de moradores por domicílio; *Td* é a soma da porcentagem da população acima de 65 anos e abaixo de 12 anos; *E* é o número

de pessoas analfabetas acima de 12 anos; *R* é a soma dos responsáveis sem rendimento e com rendimento de até um salário-mínimo; e *IDHM* é Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

Por fim, o risco de movimentos de massa no município de Garanhuns foi obtido a partir do produto entre a suscetibilidade e a vulnerabilidade. Os resultados foram então classificados em quatro classes de risco (baixo, médio, alto e muito alto).

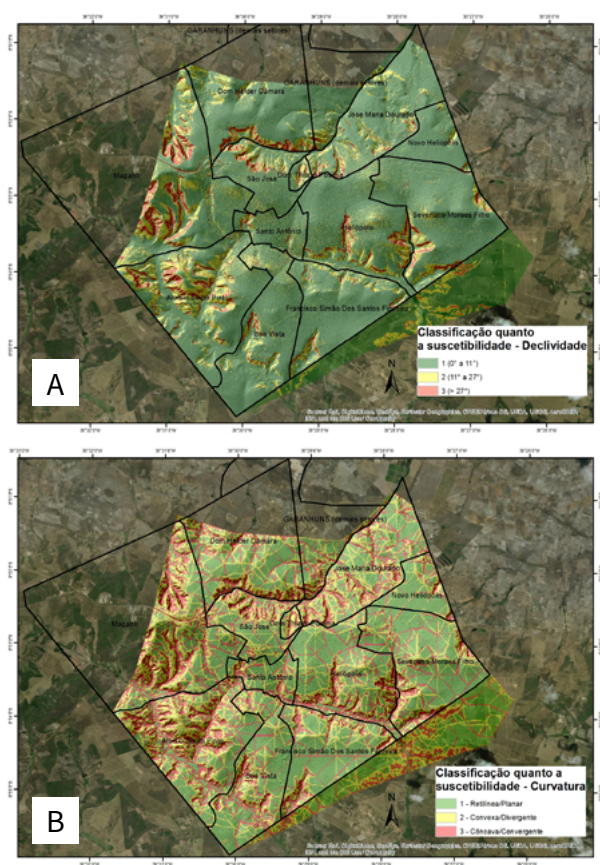
## **4 Zoneamento do risco de movimentos de massa da área urbana do município de Garanhuns: análise e síntese dos resultados**

Com base na análise e descrição das características físicas e de observações de campo, pôde-se classificar as classes de declividade identificadas na área quanto à sua suscetibilidade (Figura 3). Também foram consideradas as normas estabelecidas na Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal e na Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979 que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e na Lei 12.608 de 10 de abril de 2012 que institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil. Desta forma, as declividades até 11° foram classificadas com baixa suscetibilidade, uma vez que apresentam baixo índice de erosão linear / deslizamento. As declividades entre 11° e 27° apresentam um índice moderado de erosão linear / deslizamentos. As declividades acima de 45°, são de alta suscetibilidade dada a maior ocorrência de instabilidade do material devido à saturação hídrica e inclinação da vertente. Percebe-se na Figura 3 (A) a concentração das declividades mais acentuadas nas bordas das principais voçorocas que entrelaçam a área urbana de Garanhuns.

As curvaturas côncavas/convergentes correspondem às áreas de maior convergência do fluxo superficial e subsuperficial localizadas nos vales e nas áreas de cabeceiras de drenagem, áreas estas que proporcionam um aumento do fluxo hídrico para uma determinada direção, com maior concentração de energia e potencial erosivo durante a atuação de um evento de chuva intensa sobre o município, sendo estas consideradas de alta suscetibilidade a MM (Figura 3 B).

Após a aplicação da matriz de comparação pareada da AHP pôde-se obter os respectivos pesos de cada parâmetro de entrada. Dado o seu grau de importância como fator condicionante a movimento de massa, a declividade apresentou um maior peso (0,649), seguida da curvatura (0,279) e dos solos (0,072). Dessa forma, a suscetibilidade foi calculada a partir do somatório dos parâmetros de entrada classificados quanto a suscetibilidade multiplicada pelos seus respectivos pesos.

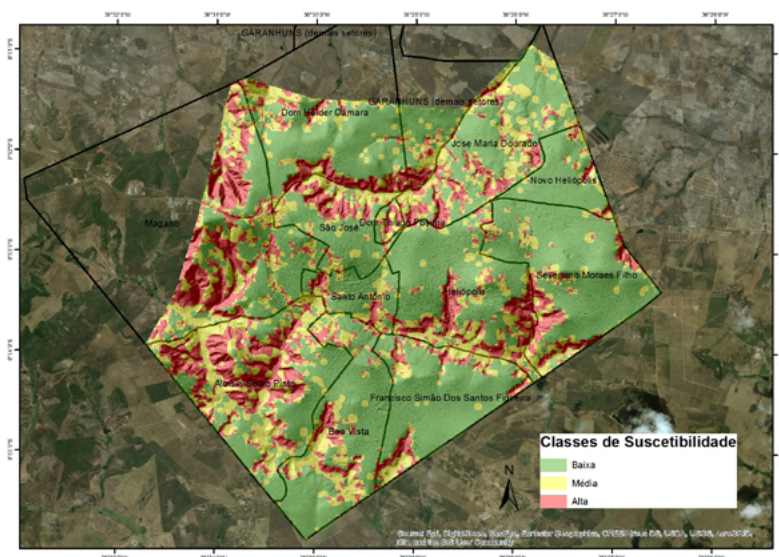
**Figura 3:** Mapas do município de Garanhuns referentes à distribuição espacial da declividade classificada quanto à suscetibilidade a MM (A) e à distribuição espacial da curvatura classificada quanto à suscetibilidade a MM



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A Figura 4 representa a distribuição da suscetibilidade classificada em baixa, média e alta considerando o método de quebra natural para definição dos intervalos. Percebe-se que os bairros do Magano, Aloísio Souto Pinto, Santo Antônio, José Maria Dourado e Heliópolis apresentam um maior número de áreas suscetíveis a MM.

**Figura 4:** Distribuição espacial das classes de suscetibilidade a MM na área urbana do município de Garanhuns



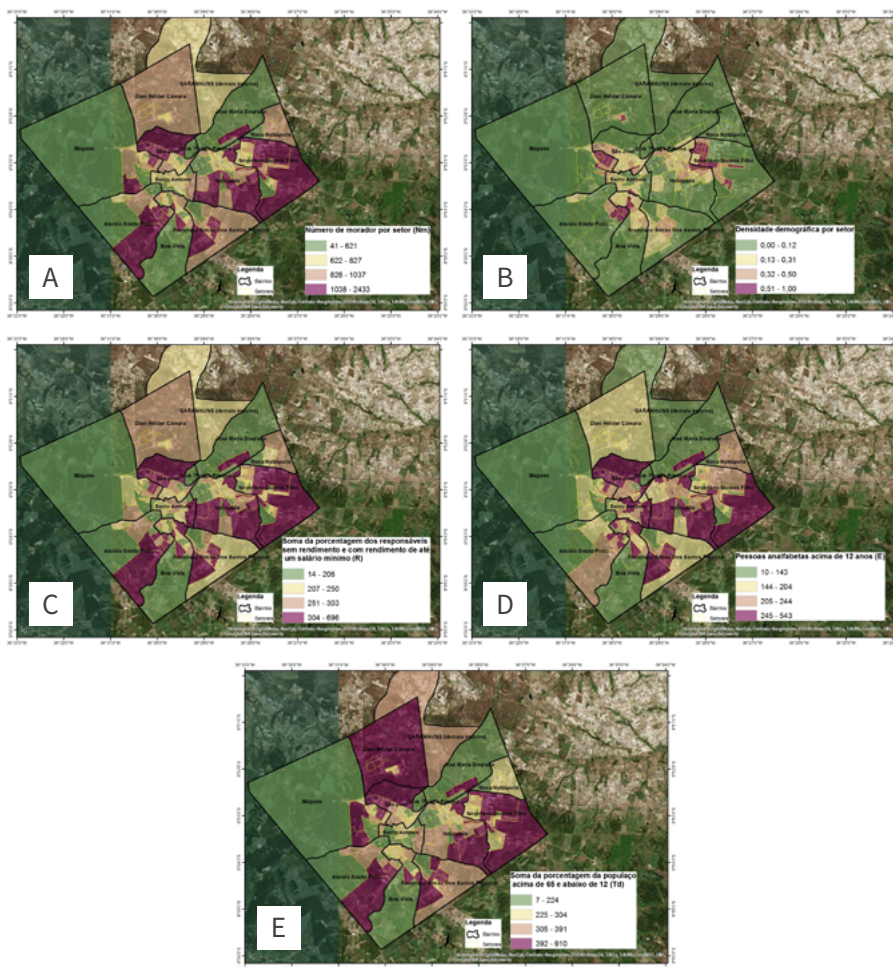
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A caracterização demográfica e socioeconômica foi sintetizada na Figura 5 (A, B, C, D, E). Ao analisar os mapas, percebe-se uma significativa concentração de edificações no centro de Garanhuns, correspondentes aos bairros de São José, Santo Antônio, Heliópolis e Severiano Morais Filho, haja vista o tamanho dos setores censitários e densidade demográfica por setor (Figura 5 B), e uma expansão das ocupações nas áreas periurbanas por conjuntos residenciais de casas de alto padrão, bem como por residências autoconstruídas por populações de baixa renda. São, portanto, nestas últimas áreas onde se localizam o maior número de moradores por setor (Figura 5 A).



Em relação às pessoas analfabetas acima de 12 anos, há um destaque para os bairros de São José, Santo Antônio, Severiano Morais Filho e Heliópolis. No caso deste último, por ser um bairro ocupado por população de maior poder aquisitivo, tanto a localização da população de baixa renda quanto da população analfabeta se limitam às áreas que margeiam a voçoroca localizada no centro do bairro (Figura 5 C). A população considerada mais vulnerável, acima de 65 anos e abaixo de 12 anos, concentra-se nos bairros de Dom Helder Câmara, Severiano Morais Filho e Heliópolis, sobretudo nas localidades compostas por residências unifamiliares, do que na porção central da área urbana onde há a predominância de edifícios com até 4 pavimentos (Figura 5 D).

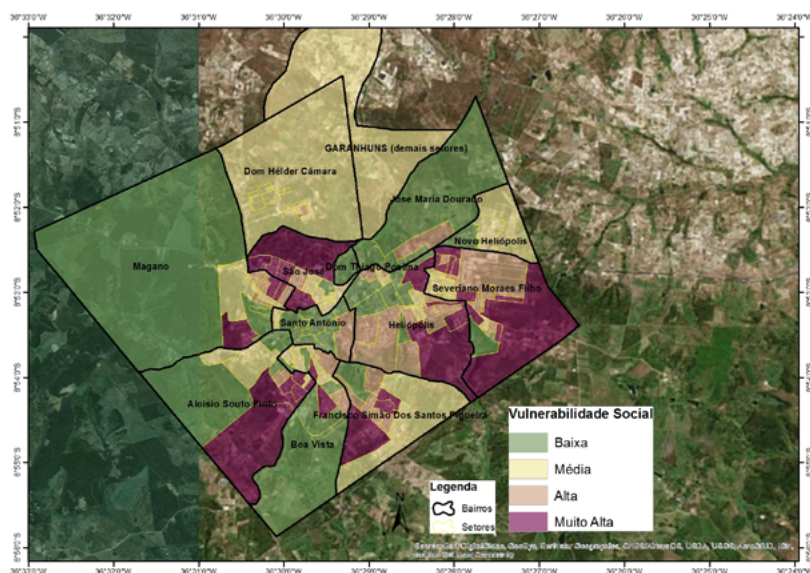
**Figura 5:** Mapas do município de Garanhuns sobre a distribuição espacial do número de moradores (A), a densidade demográfica (B), a distribuição da soma das percentagens dos responsáveis por domicílio sem rendimento e com rendimento de até um salário mínimo (C), a distribuição espacial das pessoas analfabetas acima de 12 anos (D) e a distribuição espacial da população acima de 65 anos (E) por setor censitário



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O resultado do mapa de vulnerabilidade (Figura 6) sugere uma maior concentração de vulnerabilidade muito alta e alta nos bairros São José, Severiano Moraes Filho, e Heliópolis, além de uma extensa faixa do bairro Aloísio Souto Pinto, repleta de novas residências autoconstruídas por uma população de baixa renda.

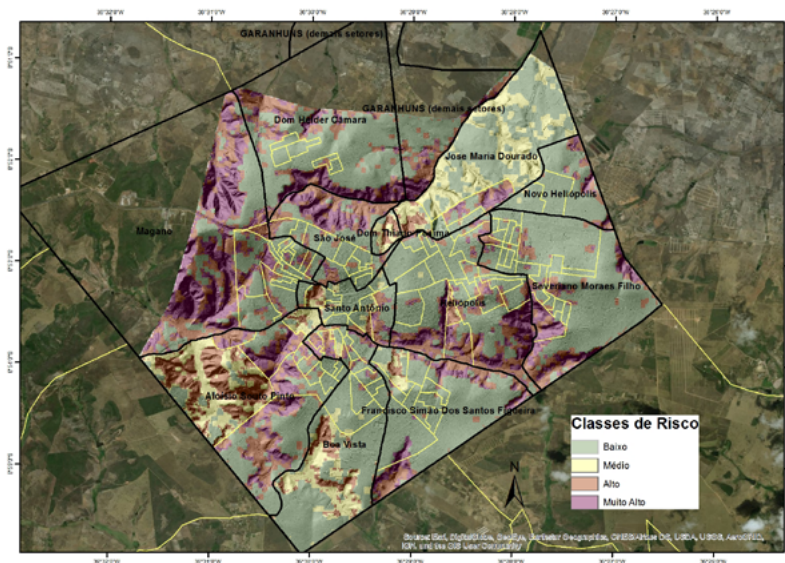
**Figura 6:** Distribuição das classes de vulnerabilidade por setor censitário na área urbana do município de Garanhuns



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O zoneamento de risco de movimento de massa (Figura 7) indica as áreas ocupadas que merecem uma maior intervenção do poder público, por meio da proposição de obras estruturais e não-estruturais, bem como o planejamento e controle de novas ocupações. O bairro do Magano, ainda pouco ocupado em relação aos demais, apresenta áreas críticas à ocupação, com 37% do seu território ocupado por risco muito alto. Nesta mesma lógica e, de forma mais preocupante, está o bairro Aloísio Souto Pinto, representando um maior percentual de áreas classificadas com risco muito alto e alto.

**Figura 7:** Zoneamento de risco a movimentos de massa na área urbana do município de Garanhuns



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

## 5 Considerações finais

O presente artigo mostrou que existe um método de mapeamento de risco de fácil aplicação e que pode ser atualizado periodicamente, haja vista, a acelerada dinâmica urbana das cidades médias do estado de Pernambuco e Brasil. No entanto, tal metodologia demanda por dados cartográficos e temáticos que também necessitam de atualização, como os Modelos Digitais do Terreno de alta resolução e a realização de censos, seja de escala nacional, como o realizado pelo IBGE, ou até mesmo os realizados pelos órgãos municipais, a partir do cadastro urbano multifinalitário.

Vale ressaltar que doze anos se passaram da realização do último censo demográfico, utilizado para elaboração do presente mapeamento. O processo de expansão urbana no município de Garanhuns está ocorrendo de forma muito

acelerada, seja pelo surgimento e ampliação de conjuntos residenciais de alto padrão, seja pelo empobrecimento da população e aumento da população mais vulnerável, além da ocupação de áreas já mapeadas anteriormente como áreas de risco.

Diante disso, tais problemas podem ser contornados por meio do compromisso dos gestores municipais e da defesa civil com as ações não-estruturais de redução de risco de desastre, como os mapeamentos da suscetibilidade, vulnerabilidade e risco, identificação de áreas prioritárias para intervenção e monitoramento, ações estas subsidiadas pelo uso das geotecnologias e por uma gestão urbana e regional integrada e participativa.

## Referências

ALVES, K. M. A. S; CAVALCANTI, L. C. S; NÓBREGA, R. S. Eventos extremos e risco de inundação: uma análise do comportamento evolutivo dos Distúrbios Ondulatórios de Leste em junho de 2010 sobre a bacia do rio Una Pernambuco. **GeoTextos**, v. 9, n. 2, P. 173-189, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/1984-5537geo.v9i2.6628>.

AZAMBUJA, R. N; CORRÊA, A. C. B. Geomorfologia e áreas de expansão urbana do município de Garanhuns-PE: uma abordagem espaço-temporal dos eventos morfodinâmicos para o planejamento territorial. **Geo UERJ**. v. 27, p. 202-233. 2015.

AZAMBUJA, R. N. **Análise geomorfológica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns, PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Recife: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPE, 2007. 153p.

BISPO, C. O; OLIVEIRA, G. P; SILVA, M. L. G; SANTOS, A. C; LISTO, F. L. R; GIRÃO, O. Diagnóstico de voçorocas na zona periurbana de Garanhuns, Agreste Meridional Pernambucano. **Revista de Geografia**. v.35, n. 02, p. 322-340. 2018.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1991. 220p.

CARDONA, O. D; CARREÑO, K. L. Updating the Indicators of Disaster Risk and Risk Management for the Americas. **Journal of Integrated Disaster Risk and Management**, v. 1, p. 27-47, 2011.

CUNHA, L; RAMOS, A. M. Riscos Naturais em Portugal: Alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos. In: **Riscos e vulnerabilidades: teoria e prática no contexto luso-brasileiro**. LOMBARDO, M. A.; FREITAS, M. I. C. (Org.) São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. 19-43p.

GOERL, R. F; KOBAYAMA, M; PELLERIN, J. R. G. M. Mapeamento de vulnerabilidade no município do Rio Negrinho - SC: uma proposta metodológica. **Caminhos da Geografia**, v. 12, n.40, p. 205-221. 2011.

GOMES, H. B; AMBRIZZI, T; PONTES DA SILVA, B. F; HODGES, K; SILVA DIAS, P. L; *et al.* Climatology of easterly wave disturbances over the tropical South Atlantic. **Climate Dynamics**, v. 53, n. 3-4, p. 1393-1411, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04667-7>.

GUZZETTI, F. **Landslide hazard and risk assessment**. Tese. (Doutorado em Matemática e Ciências Naturais). Bonn: Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät/ University of Bonn, 2005. 373p. Disponível em: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2006/0817/0817.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2002. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map\\_BR\\_clima\\_2002.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf).

KAVZOGLU, T; SAHIN, E. K; COLKESEN, I. An Assessment of Multivariate and Bivariate Approaches in Landslide Susceptibility Mapping: A Case Study of Duzkoy District. **Natural Hazards**. v. 76, p. 471-496. 2015.

MOORE, I. D; GRAYSON, R. B. Terrain-based catchment partitioning and runoff prediction using vector elevation data. **Water Resources Research**. v. 27, n. 6, p. 1.171-1.191, 1991.

MYRONIDIS, D; PAPAGEORGIOU, C; THEOPHANOUS, S. Landslide Susceptibility Mapping Based on Landslide History and Analytic Hierarchy Process (AHP). **Natural Hazards**. v. 81, p. 245-263. 2016.

OLIVER-SMITH, A; ALCÁNTARA-AYALA, I. BURTON, I. LAVELL, A. M. **Forensic Investigation of Disasters (FORIN)**: a conceptual framework and guide to research. Beijing: IRDR FORIN Publication. 2016. 56 p.

PFALTZGRAFF, P. A. S. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana do Recife**. 2007. Tese. (Doutorado em Geociências). Recife: Centro de Tecnologia e Geociências/UFPE, 2007. 120 p.

REICHENBACH, P; ROSSI, M; MALAMUD, B. D; MIHIR, M; GUZZETTI, F. A Review of Statistically-Based Landslide Susceptibility Models. **Earth-Science Reviews**. v. 180, p. 60-91. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.03.001>.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process: what it is and how it is used. **Mathematical Modeling**, v. 9, n. 3-5, p. 161-176. 1987.

SILVA, F. B. R. *et al.* **Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco (ZAPE)**. Recife: Embrapa Solos, 2001. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, n. 35).

TORRES, F. S. M. **Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e erosão do município do Ipojuca-PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Recife: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental/UFPE, 2014; 106 p.

VAN WESTEN, C; VAN ASCH, T. SOETERS, R. Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult? **Bull Eng Geol Environ**. v. 65, p. 167–184, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10064-005-0023-0>.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S. Desenvolvimento de um novo sistema de classificação climática com base na metodologia dos tipos de tempo sinóticos para a região Nordeste do Brasil. **GEOUSP**, v. 26, p. 69-90, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2022.175243>.

WISNER, B. Vulnerability as Concept, Model, Metric, and Tool. In: **Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science**. Oxford: Oxford University Press, 2016. 59 p.

YAN, F; ZHANG, Q; YE, S; REN, B. A Novel Hybrid Approach for Landslide Susceptibility Mapping Integrating Analytical Hierarchy Process and Normalized Frequency Ratio Methods with the Cloud Model. **Geomorphology**. v. 327, p. 170–87, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.10.024>

ZEVENBERGEN, L. W.; THORNE, C. R. Quantitative analysis of land surface topography. **Earth Surface Process and Landforms**, v. 12, p. 47-56, 1987.



# MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

*Rejane do Nascimento da Silva*

*Camila Cunico*

*Daisy Beserra Lucena*

## 1 Vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas

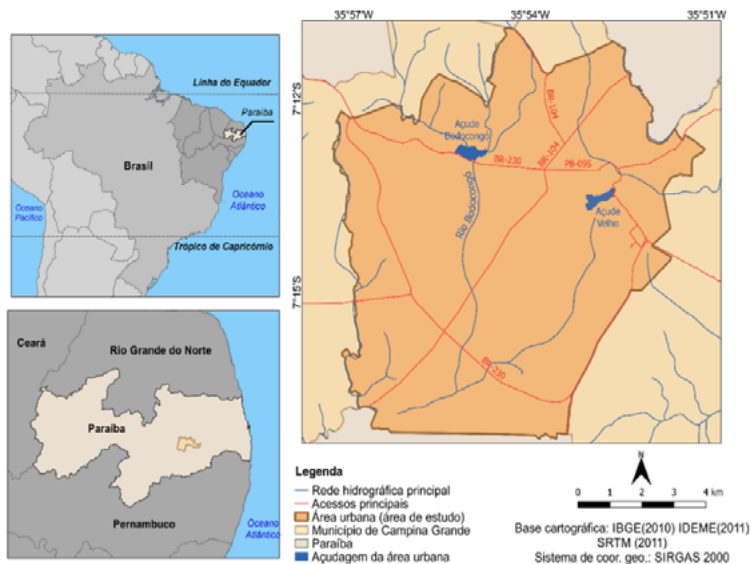
No final do século XX e início do século XXI, o fenômeno de urbanização apresentou-se bastante expressivo em todo o planeta com grande parte da população concentrada nas áreas urbanas. Esse fato trouxe consigo a origem de diversos problemas, como por exemplo, os de ordem socioambiental (desastres ditos naturais, degradação do meio físico, entre outros). Assim, estudos dedicados à compreensão de problemas socioambientais em áreas urbanas, devem optar por uma abordagem dual, que contemple tanto os aspectos sociais, entre eles os processos de exclusão e injustiça social, como também os aspectos físico-naturais (MENDONÇA, 2004).

Frente aos cenários de riscos ambientais e desastres ditos naturais que acometem indivíduos e grupos populacionais em área urbana, tem-se a categoria de vulnerabilidade socioambiental propícia para esta análise, pois, de acordo com Alves (2006) a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como a sobreposição de problemas ambientais e sociais concentrados em determinadas áreas. Assim, a partir dessa categoria é possível responder a questionamentos espaciais tão importantes para a ciência geográfica: O que? Onde? Quando?

De acordo com Marandola Júnior e Hogan (2006) esse é o diferencial da ciência geográfica, a capacidade de trabalhar as dimensões social e ambiental simultaneamente sob uma perspectiva espacial.

Diante do exposto, este capítulo tem como objetivo analisar a vulnerabilidade socioambiental da área urbana de Campina Grande (Mapa 1), cidade de porte médio localizada no interior do estado da Paraíba.

**Mapa 1:** Localização do município de Campina Grande – PB, com destaque para a área urbana



Elaboração: as autoras (2020)

## 2 Uma proposta de mensuração da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas

Neste estudo considera-se que a vulnerabilidade socioambiental consiste na interação entre fatores sociais e ambientais. Desta forma, para analisar este fenômeno optou-se pela sua mensuração a partir da construção de um índice de vulnerabilidade socioambiental.

As principais formas de mensurar a vulnerabilidade socioambiental adotada em determinados estudos (ALVES, 2006; ALMEIDA, 2011; FREITAS e CUNHA, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2014; REZENDE, 2015; SILVA *et al.*, 2020) partem do pressuposto que esta consiste em uma variável que não é diretamente observável, sendo necessário buscar outras variáveis que possam representá-la. Fenômenos deste tipo são denominados de variáveis latentes e as variáveis possíveis de representá-lo são variáveis manifestas (CURADO *et al.*, 2014).

Assim, inicialmente, foram analisados os aspectos sociais. Para isso foram selecionados indicadores da base de dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). A escolha dessa base de dados pode ser justificada pelo fácil acesso, pois os dados são disponibilizados no site da instituição, e por constituir-se em uma fonte confiável, em que os dados são coletados com base em uma metodologia específica, além disso, apresenta informações temáticas de renda, educação, infraestrutura, entre outros, para todo território brasileiro na escala de setor censitário. Os indicadores selecionados foram agrupados em sete dimensões: tipo de domicílio, infraestrutura, gênero, renda, educação, etnia e faixa etária, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1:** Indicadores selecionados para a análise da vulnerabilidade social

<b>DIMENSÃO: Tipo de domicílio (TD)</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO DO INDICADOR</b>
d2V008	% Moradores em domicílios particulares permanentes alugados
D2V009	% Moradores em domicílios particulares permanentes cedidos
d2V011	% Moradores em domicílios particulares permanentes com outra condição de ocupação (não são próprios, alugados nem cedidos)
drV011	% Domicílios particulares improvisados
<b>DIMENSÃO: Infraestrutura (IF)</b>	
d2V012	% Moradores em domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral
d2V015	% Moradores em domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
D2V019	% Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar, vala ou outro escoadouro
d2V029	% Moradores em domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores
d2V030	% Moradores em domicílios particulares permanentes sem lixo coletado

d2V033	% Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade
d2V035	% Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro
d2V037	% Moradores em domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
d2V041	% Moradores em domicílios particulares permanentes sem energia elétrica
d2V044	% Moradores em domicílios particulares permanentes com energia elétrica de companhia distribuidora e sem medidor
E4V624	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Não existe identificação do logradouro
E4V630	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Não existe iluminação pública
E4V636	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Não existe pavimentação
E4V654	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Não existe bueiro/boca-de-lobo
E4V671	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Existe esgoto a céu aberto
E4V677	% Moradores em domicílios particulares permanentes – Existe lixo acumulado nos logradouros
<b>DIMENSÃO: Gênero (GN)</b>	
d2V090	% Mulheres moradoras em domicílios particulares permanentes
r1V001	% Pessoas responsáveis, do sexo feminino
<b>DIMENSÃO: Renda (RD)</b>	
DRV005	% Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo até 1 salário mínimo
DRV009	% Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita até 3 salários mínimos
<b>DIMENSÃO: Educação (ED)</b>	
p1V001	% Pessoas analfabetas com 5 ou mais anos de idade

<b>DIMENSÃO: Etnia (ET)</b>	
P3V003	% Pessoas Residentes e cor ou raça – preta e indígena
P3V008	% Pessoas Residentes de 0 anos a 19 anos ou mais de idade e cor ou raça – preta e indígena
P3V078	% Pessoas Residentes de 60 anos de idade a 70 anos ou mais de idade e cor ou raça – preta e indígena
<b>DIMENSÃO: Faixa etária (FE)</b>	
P13V022	% Pessoas com menos de 1 ano até 18 anos
P13V094	% Pessoas com 60 anos de idade até 100 anos ou mais de idade
R2V002	% Pessoas Responsáveis com 10 anos de idade até 18 anos de idade
R2V052	% Pessoas Responsáveis com 60 anos de idade até 100 anos ou mais de idade

Fonte: IBGE (2010) Organização: as autoras (2020)

Após a seleção dos indicadores, estes foram agregados utilizando a técnica de agregação simples. Dessa forma, o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), denotado por  $y_j$ , com respectivo vetor de indicadores  $V^{(i)} = (V_1^{(i)}, \dots, V_{34}^{(i)})$ , é calculado da seguinte forma:

$$IVS(y_j) = \sum_{i=1}^{32} w_i V_i^{(j)}$$

Em que,  $w_i$  corresponde ao coeficiente de variação de  $w_i^{(j)}$ .

O IVS aqui proposto é um índice composto, ponderado por uma medida de desigualdade (coeficiente de variação) que reflete a distribuição de recursos na cidade, atribuindo maior peso aos recursos distribuídos de forma heterogênea e, peso menor para os recursos distribuídos de forma homogênea.

Após a construção do IVS, que pode ser compreendido como a representação das condições sociais da cidade de Campina Grande - PB, a próxima etapa consistiu na agregação deste com variáveis físico-naturais e espacial, visto que, conforme foi destacado inicialmente, este estudo tem como objetivo realizar uma análise da vulnerabilidade socioambiental à eventos

hidrometeorológicos (inundações, alagamentos, enxurradas, entre outros). Existe assim, a necessidade da combinação de variáveis que possam melhor representar o fenômeno.

Desta forma, duas variáveis físico-naturais foram selecionadas para compor o índice, são elas: declividade e altimetria. Segundo Silveira *et al.* (2014) a declividade do terreno é um dos fatores importantes na ocorrência dos deslizamentos de terra, inundações, principalmente em períodos de chuvas intensas e prolongadas.

A altitude também é um dos fatores que condicionam o risco à inundação, de acordo com Lima *et al.* (2016) em altitudes maiores a probabilidade de inundação é menor, isso ocorre devido ao direcionamento das águas para regiões mais baixas pela ação da força da gravidade. As duas variáveis são oriundas do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Segundo Vasconcelos (2019) no estudo da vulnerabilidade socioambiental no ambiente urbano é imprescindível incluir variáveis que representam o processo de expansão urbana das cidades. Seguindo esse raciocínio, foi inserida a variável “menor distância do setor censitário à borda do perímetro urbano”, uma variável que traduz o fenômeno de periferização presente na área urbana de Campina Grande.

O uso dessa variável se justifica pelo fato que há uma tendência no processo de crescimento urbano das cidades brasileiras caracterizado por uma expansão “extensiva, fragmentada, descontínua, desestruturada, pautada nos interesses do mercado e pela distribuição desigual dos bens e serviços públicos” (SILVEIRA *et al.*, 2014, p. 3), formando espaços complexos, como as periferias.

Assim, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) aqui proposto é composto por variáveis sociais (Índice de Vulnerabilidade Social elaborado com base nos indicadores do IBGE), físico-naturais (altimetria e declividade) e espacial (menor distância do setor censitário à borda do perímetro urbano).

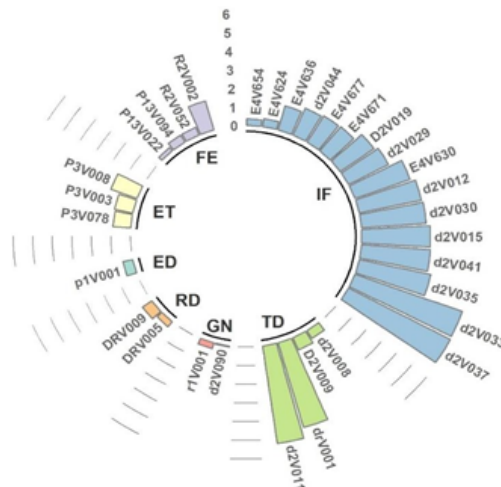
Essas variáveis foram agregadas por meio do cálculo da média geométrica. O uso dessa medida pode ser justificado pelo fato de que, ao contrário da média aritmética, a média geométrica permite o uso em índices compostos por variáveis com unidades de medida diferentes (BUCKLAND *et al.*, 2005).

Antes de ser realizado o cálculo da média geométrica foi necessário verificar a correlação existente entre as variáveis físico-naturais e espacial e o índice de vulnerabilidade social, a partir da correlação de *Spearman* (FERREIRA, 2014). As variáveis altimetria e menor distância do setor censitário à borda do perímetro urbano apresentaram uma correlação negativa com o Índice de Vulnerabilidade Social, assim, para a etapa do cálculo da média geométrica foi usado o inverso dessas variáveis.

### 3 A vulnerabilidade socioambiental da área urbana de Campina Grande – PB

Conforme foi descrito na seção anterior, inicialmente foram analisados aspectos sociais com a construção de um índice, esse índice foi construído a partir de indicadores do IBGE, no processo de cálculo do índice, para cada indicador foi atribuído um peso. A Gráfico 1 é uma representação desses pesos, as respectivas siglas presentes na figura indicam as dimensões que os indicadores foram agrupados: FE (faixa etária), IF (infraestrutura), ET (etnia), ED (educação), RD (renda), GN (gênero) e TD (tipo de domicílio).

**Gráfico 1:** Coeficiente de variação (pesos) atribuídos a cada indicador



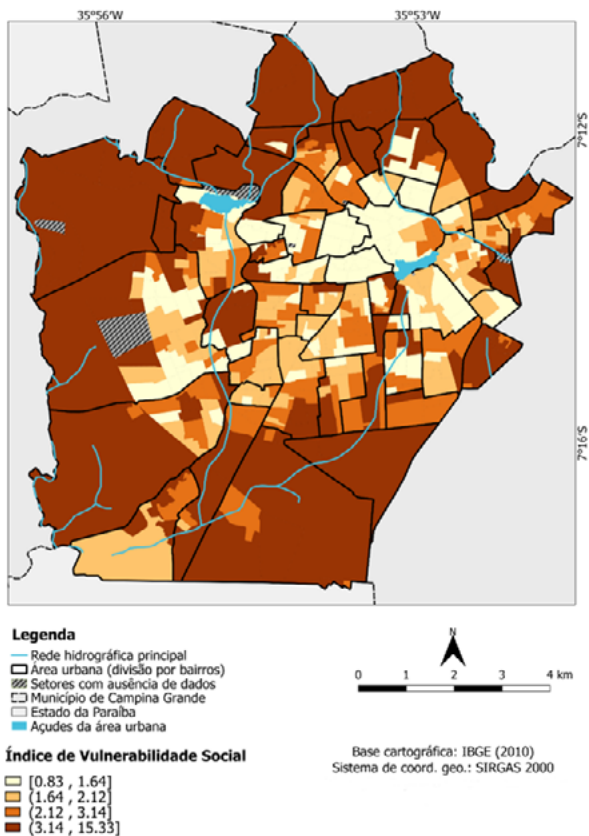
Fonte: IBGE (2010). Elaboração: as autoras (2020).

Analisando o Gráfico 1, é perceptível que os indicadores com pesos maiores são aqueles que compõe a dimensão denominada de “infraestrutura”, isto porque, quando distribuído de forma assimétrica, o indicador recebe um peso maior em relação aos que se distribuem de forma simétrica, pois supõem-se que, são essas assimetrias que revelam uma má distribuição da infraestrutura básica na área urbana de Campina Grande. Salienta-se que nessa dimensão estão inseridos indicadores referentes à coleta de lixo, pavimentação, esgotamento sanitário, tipo do fornecimento de energia e água, fatores que podem potencializar o cenário de vulnerabilidade social.

Após a construção do IVS, o mesmo foi espacializado. O Mapa 2 revela como a vulnerabilidade social está distribuída na escala intraurbana de Campina Grande. Em síntese, é perceptível uma distribuição dos menores valores da vulnerabilidade social em setores censitários dos bairros centrais, enquanto os maiores valores estão localizados nos setores censitários dos bairros periféricos.



**Mapa 2:** Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) para a área urbana de Campina Grande – PB



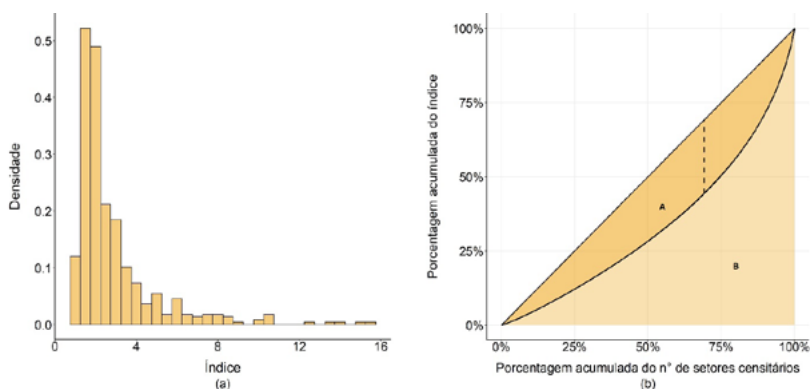
Elaboração: as autoras (2020)

A distribuição do valor do IVS entre os setores censitários é apresentada no Gráfico 2 (a). Observa-se uma forte assimetria à direita, o que indica a existência de setores censitários com IVS elevado, os quais afastam-se da região de maior densidade da distribuição em que se concentram a maioria dos setores censitários. Ou seja, tem-se que a vulnerabilidade social é distribuída de maneira desigual e assimétrica na área urbana de Campina Grande.

O Gráfico 2 (b) esclarece esse ponto ao mostrar a curva de Lorenz associada ao IVS. Essa curva afasta-se da linha de equidade (reta de 45° passando pela

origem) com a distância máxima igual a 0,245, o que corresponde ao índice de Pietra. A curva de Lorenz evidencia a assimetria na distribuição do IVS, indicando, por exemplo, que 50% dos setores censitários acumulam aproximadamente 25% do IVS, o que implica que os 75% restantes do IVS são acumulados pela outra metade da área urbana. Ainda no Gráfico 2 (B) as áreas A e B servem como referência para cálculos de desigualdade, como, por exemplo, o índice de Gini, definido como  $A/(A+B)$ .

**Gráfico 2:** (a) Histograma apresentando a distribuição amostral do IVS para a área urbana de Campina Grande (b) Curva de Lorenz associada ao IVS

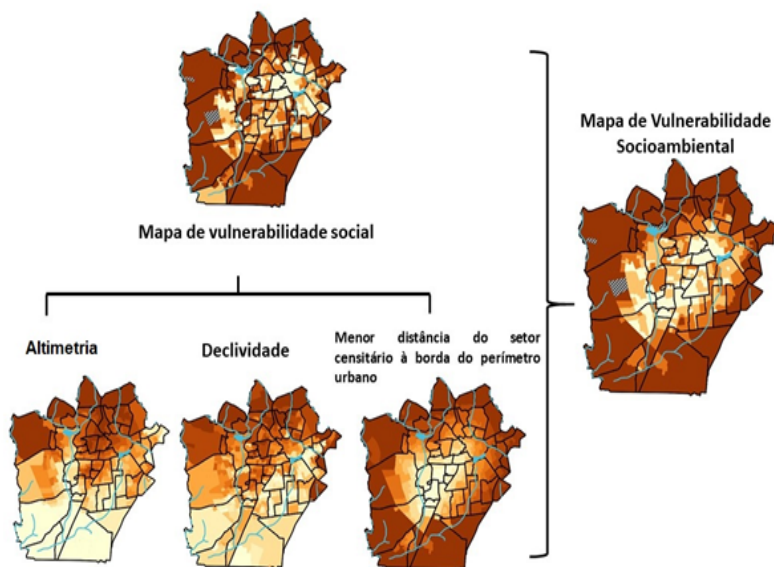


Fonte: IBGE (2020) Organização: as autoras (2020)

Segundo Vasconcelos (2019) a análise da vulnerabilidade em suas múltiplas dimensões pode ser desenvolvida sob diversas percepções, porém, a autora reconhece que existem duas linhas de interpretação do fenômeno. A primeira linha condiz com o raciocínio de que as pessoas mais vulneráveis são aquelas que vivem em ambientes precários ou potencialmente precários. Enquanto, a segunda linha de interpretação está pautada no raciocínio de que a vulnerabilidade dos indivíduos, bem como a capacidade de resposta, é influenciada por diversos fatores e processos (ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais). Desse modo, pode-se afirmar que a segunda linha de interpretação é a que mais se adequa ao que se pretende abordar neste estudo.

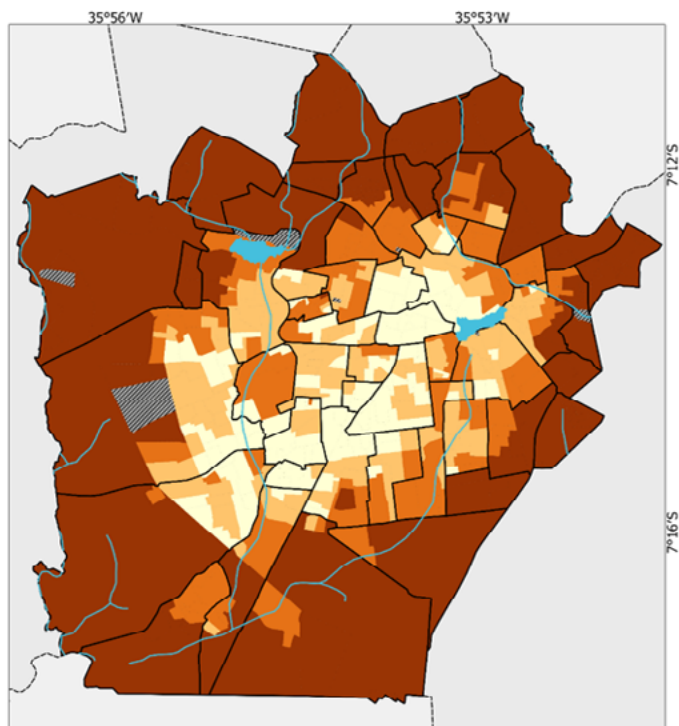
Portanto, para uma melhor análise da vulnerabilidade socioambiental na área urbana de Campina Grande, foram sobrepostas informações sociais, físico-naturais e espacial (distância do setor censitário), conforme está representado na Figura 1 e de forma ampliada no Mapa 3.

**Figura 1:** Representação esquemática da combinação dos mapas temáticos



Organização: as autoras (2020)

**Mapa 3:** Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) para a área urbana de Campina Grande – PB



**Legenda**

- Rede hidrográfica principal
- Área urbana (divisão por bairros)
- ▭ Município de Campina Grande
- ▨ Setores censitários com ausência de dados
- Estado da Paraíba
- Açúdes da área urbana

**Índice de Vulnerabilidade Socioambiental**

- [0,0446 , 0,0550]
- [0,0550 , 0,0645]
- [0,0645 , 0,0813]
- [0,0813 , 14,0859]



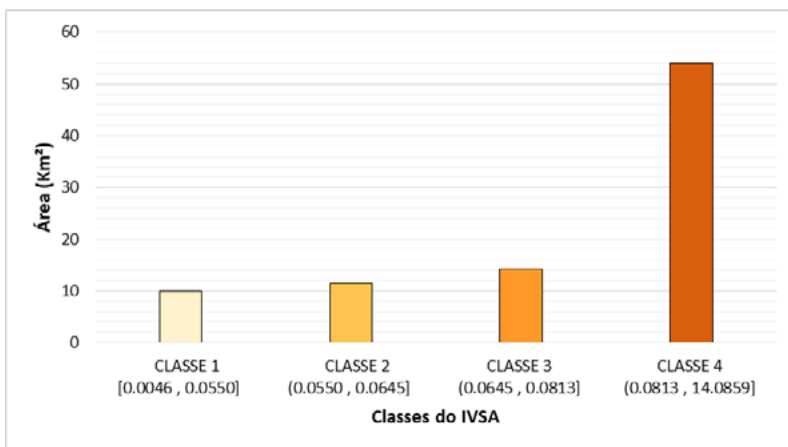
Base cartográfica: IBGE (2010)  
Sistema de coord. geo.: SIRGAS 2000

Elaboração: as autoras (2020)

No tocante aos resultados obtidos no Índice de Vulnerabilidade Socioambiental representados no Gráfico 3, esses foram divididos em quatro classes. A classe 4 apresenta a maior área, com 53,9 km<sup>2</sup> que corresponde a 60,27% da área urbana de Campina Grande. A classe 3 ocupa a segunda maior área, com 14,18 km<sup>2</sup> que corresponde a 15,83% do recorte analisado. A classe

2 totaliza 11,47 km<sup>2</sup>, que indica 12,81% e a classe 1 corresponde a 9,94 km<sup>2</sup>, ou seja, 11,10%.

**Gráfico 3:** Classes do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental e suas respectivas áreas por setor censitário da área urbana de Campina Grande – PB

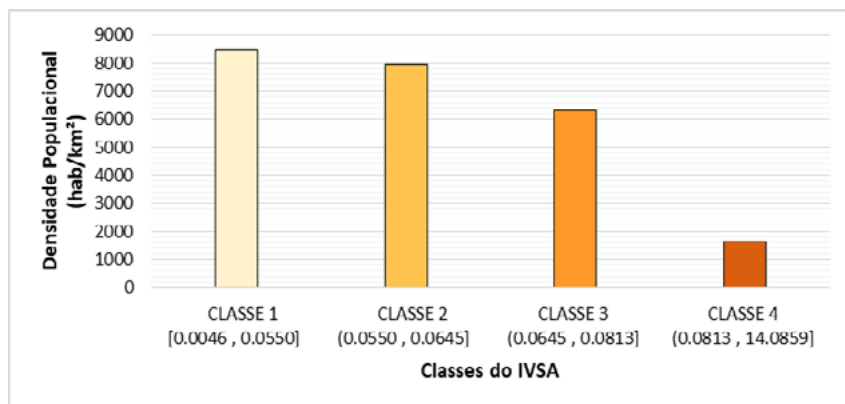


Fonte: IBGE (2010). Organização: as autoras (2020)

Constatar que a classe de maior valor do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental corresponde a maior porcentagem da área urbana de Campina Grande, não é suficiente, uma vez que é necessário analisar também a densidade populacional de cada classe (Gráfico 4).

Dessa forma, tem-se se que a classe 4 apesar de possuir maior área territorial, tem uma densidade populacional de 1.635,5 hab/km<sup>2</sup>, enquanto a classe 1 que apresenta os menores valores do índice, e que também possui a menor área, correspondeu ao maior valor de densidade populacional, com 8.479,7 hab/ km<sup>2</sup>. A classe 2 possui uma densidade populacional de 7.966,4 hab/ km<sup>2</sup> e a classe 3 com 6.331,1 hab/km<sup>2</sup>.

**Gráfico 4:** Densidade populacional para cada classe do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental para a área urbana de Campina Grande – PB



Fonte: IBGE (2010). Organização: as autoras (2020)

Esses resultados retratam o cenário de desigualdade social existente nas cidades, em que determinados grupos são direcionados cada vez mais para os vazios urbanos, que se caracterizam por serem áreas de risco, com ausência de serviços básicos. Do outro lado, existe a população com maior poder aquisitivo, que possui acesso às melhores condições de infraestrutura, de trabalho e renda. Como bem afirma Jacobi (2004), os espaços de vulnerabilidade socioambiental são resultantes também dessa dinâmica urbana excludente e segregadora.

## 4 Considerações finais

O presente capítulo constitui-se em um estudo acerca da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas, com aplicação na área urbana de Campina Grande – PB, o qual permitiu verificar que a vulnerabilidade socioambiental no recorte analisado se expressa da seguinte forma: valores baixos de vulnerabilidade em setores censitários de bairros centrais, enquanto setores censitários de bairros localizados próximos ao perímetro urbano apresentaram valores altos de vulnerabilidade.

Quantitativamente, tem-se que o conjunto de setores censitários associados à classe com menores valores do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental corresponderam a 11,10% do território analisado, com densidade populacional de 8.479,7 hab/km<sup>2</sup>. O conjunto de setores censitários incluídos na classe com maiores valores de IVSA corresponderam à maior área territorial (60,27%), porém, com menor densidade populacional (1.635,5 hab/km<sup>2</sup>).

O estudo contou com a agregação de variáveis sociais, físico-naturais e espacial, importantes para a análise do fenômeno da vulnerabilidade socioambiental, em especial a variável “menor distância do setor censitário à borda do perímetro urbano”. Destaca-se que a utilização dessa variável é pouco frequente, no entanto, mostrou-se interessante, principalmente por retratar o fenômeno da periferização e segregação, que é discutido principalmente por geógrafos que se dedicam ao estudo da urbanização, como exemplo, pode-se citar Maia (2010).

Diante do exposto, considera-se que este estudo possui importância social, pois os resultados obtidos são instrumentos capazes de subsidiar o ordenamento territorial, o planejamento urbano, como também o trabalho da Defesa Civil, pois destaca quais áreas da cidade são mais vulneráveis.

Assim, este trabalho configura-se como uma contribuição acerca do estudo da vulnerabilidade socioambiental no município de Campina Grande - PB.

## Referências

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição especial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e das vulnerabilidades na geografia. **Mercator**, v.10, n. 23, p. 83-99, 2011.

BUCKLAND, S.T; MAGURRAN, A.E; GREEN, R. E; FEWSTER, R.M. Monitoring change in biodiversity through composite índices. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 243-254, 2005.

CURADO, M. A. S; TELES, J; MARÔCO, J. Análise de variáveis não diretamente observáveis: influência na tomada de decisão durante o processo de investigação. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 48, n. 1, p. 149-156, 2014.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. 1 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2014, 343p.

FREITAS, M. I.; CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Urbe – Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 1, p. 15-31, 2013.

GUIMARAES, R. M; MAZOTO, M. L; MARTINS, R. N; CARMO, C. N; ASMUS, C. I. F. Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para a vigilância e gestão de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência saúde coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4157 - 4165, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> . Acesso em 20 de junho de 2018.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade. In: MENDONÇA, F. (org.). **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2004, p. 169-184.

JACOBI, P. R. Educação e meio ambiente: transformando as práticas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, n.4, p. 28-35, 2004.

LIMA, M.T.B; PINHEIRO, M. A; SILVA, J. M. O. Análise dos condicionantes geomorfológicos relacionado a declividade e altitude no risco à inundação



na microbacia do Rio Grangeiro, Crato/CE. In: **XI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**. 2016, Maringá – PR. Maringá – PR. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/8/8-490-1151.html> Acesso em 30 de novembro de 2019.

MARANDOLA JÚNIOR, M; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 01, P. 33-43, 2006.

MAIA, D. S. A periferização e a fragmentação da cidade: loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande – PB, Brasil. **Scripta Nova – Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales**, v. xiv, n. 331, Barcelona, 2010.

MENDONÇA, F. de A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, 2004.

REZENDE, G. B. M. **As cidades e as águas: uma abordagem metodológica das vulnerabilidades socioambientais dos rios Araguaia e das Garças, nos municípios de Barra dos Garças, Pontal do Araguaia e Aragarças**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais / UFCG, 2015.269p.

SILVEIRA, H. L. F. da; VETTORAZZI, C. A; VALENTE, R. A. . Avaliação multicriterial no mapeamento da suscetibilidade de deslizamentos de terra. **Revista Árvore**, v.38, n. 6, p. 973-982, 2014.

SILVA, R. do N. da; MARQUES, A. H. C.; ARAÚJO, S. M. S. de; CUNICO, C. Vulnerabilidade social e infraestrutural na área urbana de Campina Grande, Paraíba, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 2, p. 54–64, 2020.

VASCONCELOS, A. C. F. de. **Indicadores de vulnerabilidade socioambiental: proposição de framework e aplicação na cidade de Natal – RN**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Natal: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente / UFRN, 2019. 127p.

# ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS DESASTRES HIDROCLIMÁTICOS NO ESTADO DA PARAÍBA

*Wanessa Janinne Eloy da Silva  
Marcelo de Oliveira Moura*

## 1 Contexto inicial

Desastre é definido por Brasil (2012) como 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.

No entanto, sabe-se que um desastre só afeta uma população causando maiores danos, caso ela esteja em situação de vulnerabilidade e tenha susceptibilidade ao risco. Lavell (1993) comenta que os desastres são comumente caracterizados pela quantidade de perdas humanas e econômicas sofridas a curto prazo e são fenômenos de caráter e definição eminentemente social, não somente em termos de impactos, mas também de suas origens.

Quanto à intensidade desses impactos, Brasil (2016) classifica os desastres em nível I, II e III. Os desastres de nível I e II almejam decreto de Situação de Emergência (SE) e são aqueles em que a situação de normalidade pode ser restabelecida com os recursos locais ou complementados com recursos estaduais e federais, e que há somente danos humanos consideráveis e/ou danos e prejuízos que são suportáveis.

Os desastres classificados como de nível III almejam decretação por Estado de Calamidade Pública (ECP) e são aqueles em que os danos e prejuízos não são superáveis e suportáveis pelos governos locais e o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e, em alguns casos, de ajuda internacional (BRASIL, 2016).

Ainda, os desastres considerados na categoria natural são divididos em 5 grupos: biológicos, geológicos, meteorológicos, hidrológicos e climatológicos. Os desastres decorrentes dos três últimos grupos serão objetos de estudo desta pesquisa por serem relacionados a valores extremos de precipitação (positivos e negativos). Para melhor compreensão, serão nomeados como um único grupo: desastres hidroclimáticos.

O Estado da Paraíba, segundo os dados oficiais da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, se destaca no *ranking* nacional e regional por registrar um expressivo número de reconhecimento de desastres ambientais, predominantemente, desastres climáticos (estiagem e seca) e desastres hidrometeorológicos (inundações, enchentes, enxurradas e chuvas intensas), ou seja, desastres hidroclimáticos.

Ao considerar que a ocorrência do desastre é a materialização dos riscos ambientais em um território de elevada vulnerabilidade social e, que a recorrência dos desastres reflete uma condição de baixo grau de resiliência dos territórios se faz necessário ampliar e melhor sistematizar o conhecimento sobre a temática, visando a produção de um conjunto de informações que possa auxiliar no planejamento e na gestão do risco de desastres.

Dito isso, o objetivo do presente trabalho é analisar, de modo descritivo, a distribuição espaço-temporal dos desastres deflagrados nos municípios pertencentes as regiões pluviométricas da Paraíba, período 2003 a 2016.

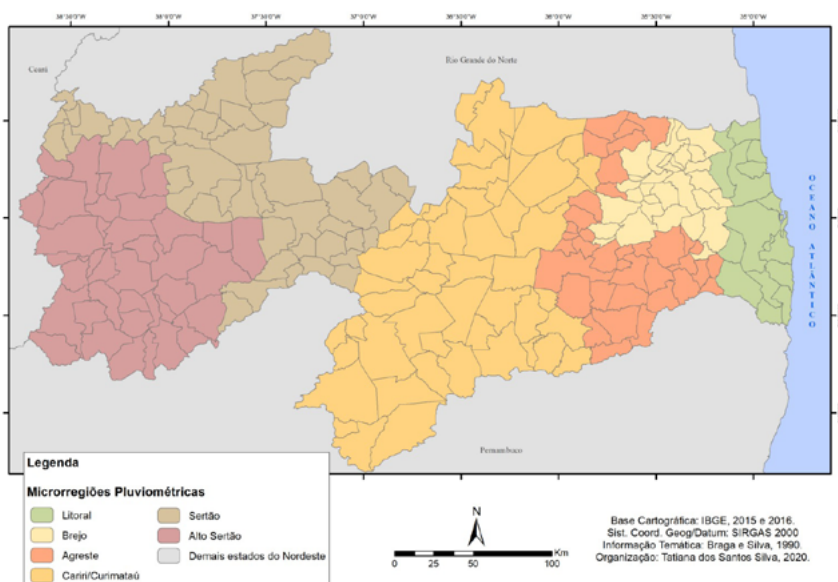
## **2 A área de estudo e os procedimentos metodológicos**

Os desastres registrados na Paraíba são associados à dinâmica climática, sobretudo, pelas anomalias da precipitação, por conta disso foi utilizado na pesquisa as seis regiões pluviometricamente homogêneas definidas por Silva, Brito e Pontes (2004), Silva (2007) e Silva *et al.* (2012), a saber: Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, conforme mostra a Figura 1.

Em termos operacionais e técnicos, realizaram-se a identificação e a tabulação dos dados de reconhecimentos de desastres por níveis de intensidade, ou melhor, desastres que almejam decretação por SE e por ECP para todos

os municípios da Paraíba, para o período de 2003 a 2016. Tal procedimento foi feito através de portarias de reconhecimento obtidas na Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), através do site do Ministério do Desenvolvimento Regional.

**Figura 1:** Regiões pluviométricas da Paraíba



Fonte: Silva, Brito e Pontes (2004)

Em continuidade, também foram computados os dados referentes aos danos humanos, materiais e ambientais resultantes dos desastres que acometeram os municípios pertencentes as regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú. A escolha dessas regiões para o destaque dos impactos e dos danos gerados pelos desastres se deu em função dessas regiões concentrarem o maior número de ocorrências e, conseqüentemente, de danos humanos.

Os dados da dimensão dos impactos gerados pelos desastres foram extraídos dos Formulários de Informações do Desastre (FIDE) e dos formulários de Avaliação de Danos (AVADAN), disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), gerenciado também pela SEDEC.

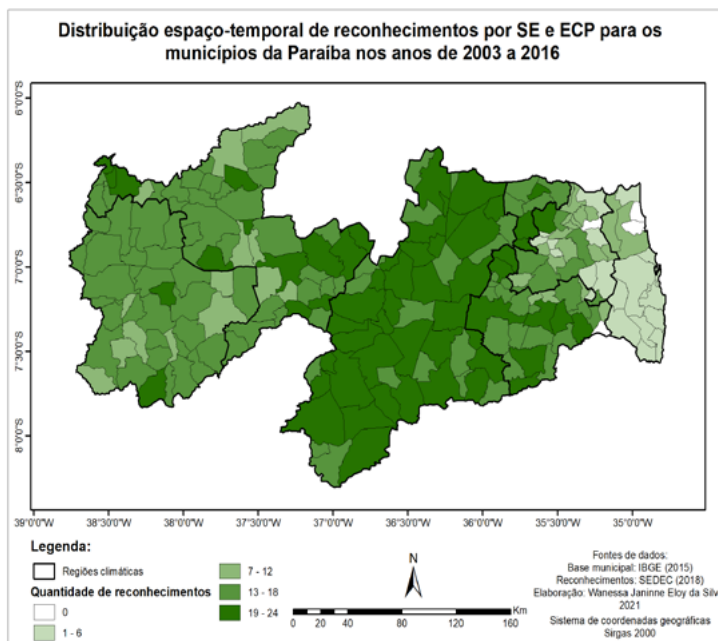
Por fim, foram gerados mapas temáticos, os quais foram confeccionados utilizando a base cartográfica dos limites municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em software de geoprocessamento.

### **3 Ocorrências dos desastres por níveis de intensidade**

A Figura 2 mostra a quantidade de registros de desastres para todos os municípios da Paraíba por regiões pluviométricas. Pode-se verificar que quatro municípios não apresentaram registros, sendo eles Baía da Traição (Litoral), Curral de Cima (Brejo), Juripiranga (Agreste) e Marcação (Litoral); e outros seis municípios apresentaram apenas um registro: Borborema (Brejo), Conde (Litoral), Itapororoca (Brejo), Pilõesinhos (Brejo), Riachão do Poço (Agreste) e Serraria (Brejo).

Quanto aos maiores valores de registros, Campina Grande (Agreste) teve a maior quantidade de decretos e foi o único município a registrar 24 desastres. Outros dois municípios ainda decretaram 23 desastres, sendo eles Barra de Santana (Cariri/Curimataú) e Pocinhos (Cariri/Curimataú).

**Figura 2:** Mapa da distribuição espaço-temporal de reconhecimentos totais (por SE e ECP) para os municípios da Paraíba



É possível visualizar ainda na Figura 2 que o Litoral é a região que menos apresenta registros de desastres (53 ao total), inclusive, dois dos quatro municípios que não apresentaram registros são pertencentes ao Litoral.

O Brejo também não apresentou tantos registros de desastres quanto as outras regiões, totalizando 282 registros enquanto que o Agreste apresenta 585 registros, o Alto Sertão apresenta 569, o Sertão conta com 795 registros e o Cariri/Curimataú apresenta maior quantidade de desastres, com um total de 1002 registros (os dois municípios que apresentaram 23 desastres se encontram nessa região).

Em síntese, dos 3.286 registros totais de desastres, 3.119 almejam decretação por SE (94,92% do total). Já os desastres que almejam decretos por ECP somaram 167 registros (5,08% do total). As ocorrências de desastres de maior intensidade, ou seja, desastres do tipo ECP, predominantemente desastres de seca e estiagem, foram mais recorrentes (com até 3 registros) em

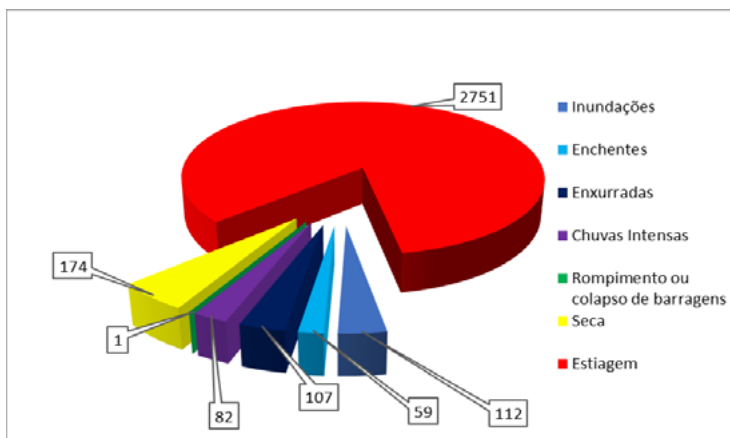
cinco municípios da região do Cariri/Curimatú: Assunção, Junco do Seridó, Parari, São João do Tigre e São José dos Cordeiros.

## 4 Ocorrências dos desastres e seus tipos

O Gráfico 1 mostra a quantidade de registros por tipos de desastres. Neste Gráfico, verifica-se que o desastre com mais ocorrências é a estiagem, totalizando 2.751 registros no período de estudo, ou seja, 84% do total.

O segundo tipo com maior incidência é a seca, com 174 registros (5%). Sendo assim, é possível definir que os desastres de origem climatológica têm presença mais significativa para o estado da Paraíba quanto à incidência, totalizando 89% dos desastres.

**Gráfico 1:** Número de ocorrências de desastres por tipo, 2003 a 2016



Fonte: Brasil (2020). Organização: Autores (2021)

Os desastres de origem hidrometeorológica representam 11% do total e têm maior presença com as inundações (112 registros), seguido das enxurradas (107 registros), chuvas intensas (82 registros), enchentes (59 registros) e por fim rompimento ou colapso de barragem, com apenas um registro.

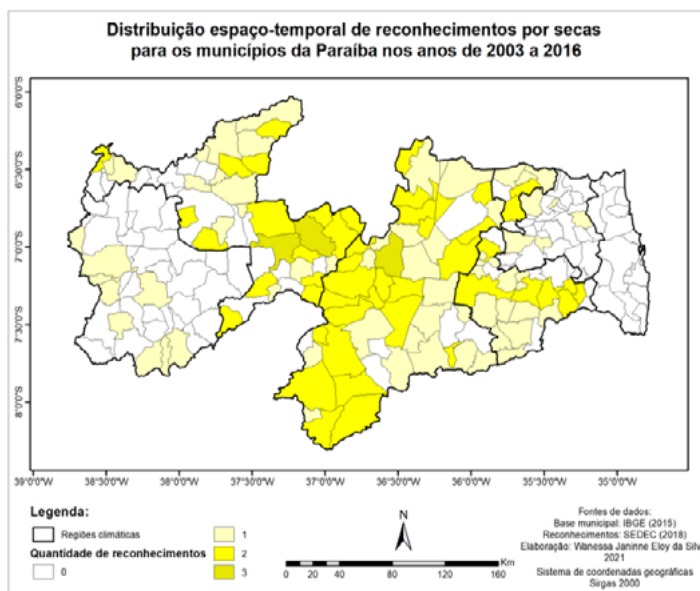
Quanto a distribuição espaço-temporal dos tipos de desastres, um conjunto de mapas temáticos exibirão as ocorrências por municípios das regiões

pluviométricas na seguinte sequência: desastres do tipo climático (secas e estiagens) e desastres hidrometeorológicos (inundações, enchentes, enxurradas e chuvas intensas).

As Figuras 3 e 4 mostram, de forma respectiva, a distribuição espaço-temporal dos desastres do tipo seca e estiagem. A quantidade de registros de seca para cada região foi: 73 para o Cariri/Curimataú, 52 para o Sertão, 35 para o Agreste, nove para o Alto Sertão e cinco para o Brejo. O Litoral não apresentou qualquer registro de seca.

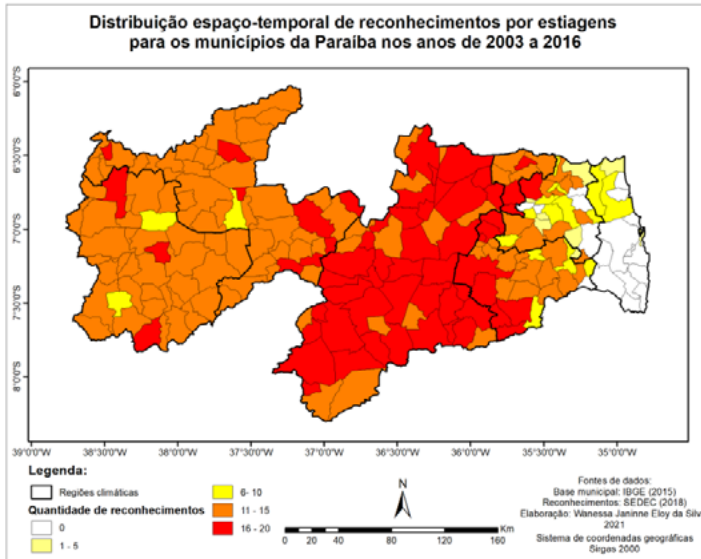
Quanto a quantidade de registros de estiagem: o Cariri/Curimataú apresenta a maior quantidade de estiagens (849 ocorrências), o Sertão apresenta 660 ocorrências, o Alto Sertão soma 497, ocorrências, o Agreste apresentou 486 ocorrências, o Brejo registrou 240 ocorrências e o Litoral, apenas 19 registros.

**Figura 3:** Ocorrências de desastres por secas



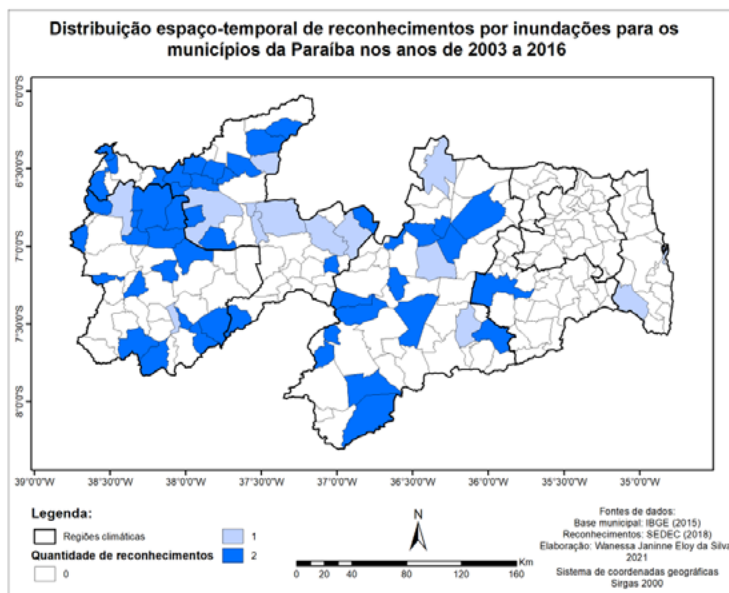


**Figura 4:** Ocorrências de desastres por estiagens



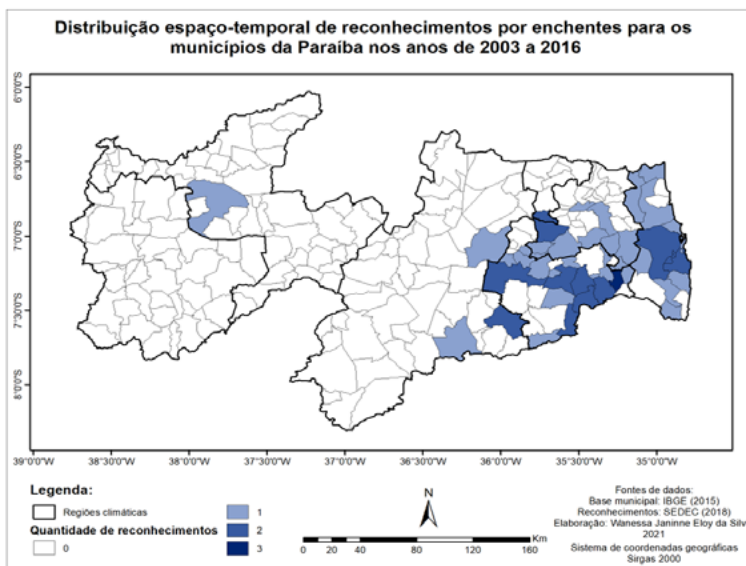
A Figura 5 mostra a distribuição das ocorrências de desastres do tipo inundação. É o tipo de desastre de natureza hidrometeorológica de maior número de registros; dos 223 municípios paraibanos, 49 registraram por duas vezes esse tipo de desastre. Já a região pluviométrica que mais registrou esse tipo de desastre foi o Sertão, com 43 ocorrências, seguido das regiões do Alto Sertão (34 ocorrências) e do Cariri/Curimataú (31 ocorrências).

**Figura 5:** Ocorrências de desastres por inundações



Na Figura 6 registram-se a distribuição dos desastres por enchentes. A região pluviométrica do Agreste foi a região que mais registrou ocorrências de desastre desse tipo, com 28 registros. O destaque é para o município de Pilar, situado nessa região, que registrou por três vezes o desastre. As demais regiões apresentaram os seguintes quantitativos: Litoral, 15 registros; Brejo, 11 ocorrências; Cariri/Curimataú, 4 registros; Sertão, apenas um; e, Alto Sertão não apresentou registro.

**Figura 6:** Ocorrências de desastres por enchentes



Os registros de desastres do tipo enxurradas e de chuvas intensas são exibidos nos mapas das Figuras 7 e 8, respectivamente. Assim, conforme mostra a Figura 7 as enxurradas se concentraram nas regiões do Cariri/Curimataú e do Sertão, com 24 registros cada. Depois delas, a região que mais apresentou ocorrências foi o Agreste, com 20 ocorrências, seguido do Alto Sertão, com 17 ocorrências e do Brejo, com 12 ocorrências. Por fim, a região que menos apresentou ocorrências foi o Litoral, com 10 registros.

Para os desastres por chuvas intensas (Figura 8), tem-se que 142 municípios não apresentaram registros. Por outro lado, 80 municípios apresentaram um registro e apenas um município apresentou dois registros: Vista Serrana, localizado na região do Sertão.

Apesar de muitos municípios não apresentarem registros, os desastres por chuvas intensas se mostraram mais distribuídos entre as regiões ao longo do território paraibano, com o Cariri/Curimataú apresentando 21 registros; Sertão, 15; Agreste, 14; Brejo, 13; Alto Sertão, 12; e Litoral, 7 ocorrências.

Figura 7: Ocorrências de desastres por enxurradas

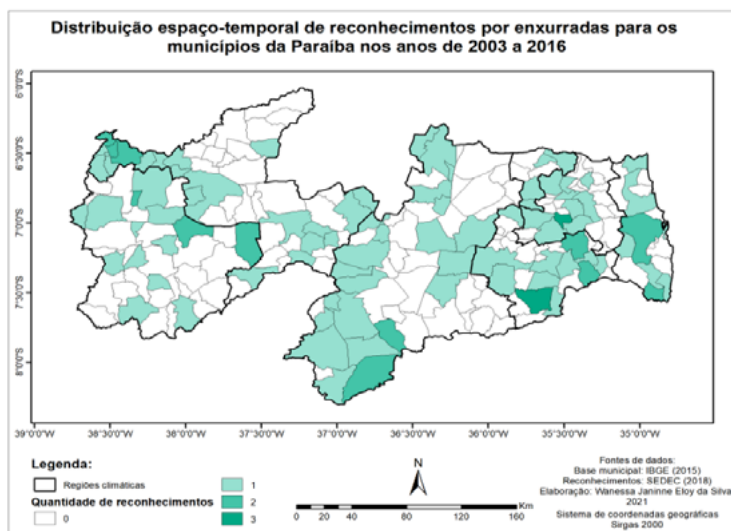
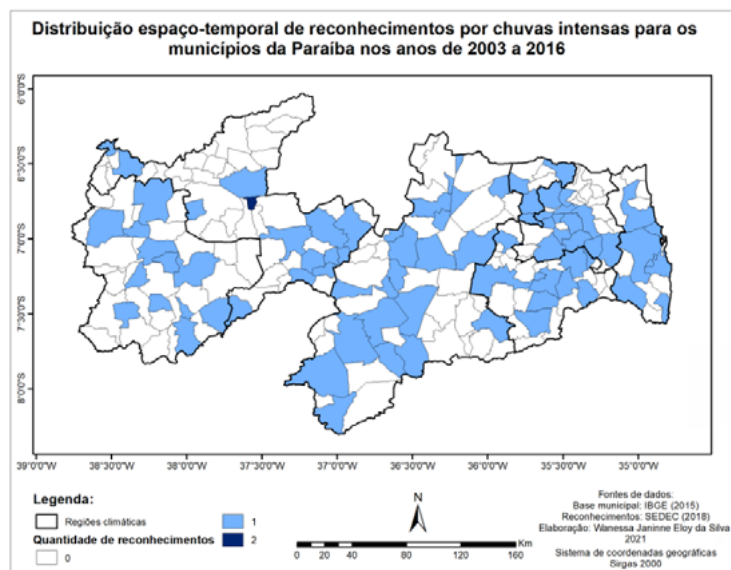


Figura 8: Ocorrências de desastres por chuvas intensas



Por desastres deflagrados por rompimentos de barragens existe um único registro em toda a Paraíba. Trata-se do rompimento da barragem de Camará, localizada no município de Alagoa Nova (Brejo), em 17 de junho de 2004 e foi resultado do rompimento da sua ombreira esquerda por falha construtiva da estrutura com o terreno natural onde ela se fixava. O município mais afetado foi Alagoa Grande (Brejo). Assim, nesse município foi decretado ECP.

O município de Alagoa Grande teve por danos humanos o total de cinco mortos, 1.210 desalojados e 2.290 desabrigados, além de outras 29.160 pessoas afetadas de modo não especificado. Em relação aos danos materiais, foram destruídas: duas instituições públicas de saúde, 189 unidades habitacionais, 13 obras de infraestrutura pública e 7 instituições públicas de uso comunitário.

Além disso, foram danificadas: 649 unidades habitacionais, 3 instituições públicas de ensino e 30 obras de infraestrutura públicas. Como dano ambiental ainda apresentou contaminação da água e do solo. Esses danos revelam que esse desastre foi um dos maiores na Paraíba, em termos de número de danos humanos e materiais.

## **5 Danos humanos associados aos desastres deflagrados nas regiões Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú**

Nessa seção o objetivo é apresentar, de forma descritiva, os danos humanos oriundos da deflagração dos desastres hidroclimáticos nas regiões pluviométricas Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, regiões de maior número de ocorrências de desastres no estado da Paraíba.

Cabe mencionar que dos 2.366 registros de desastres para as três regiões, existiram 1.889 formulários com informações sobre os danos. E desses, 1.099 foram válidos (possuíam dados sobre os danos humanos), ou seja, apenas 46,02% do total de desastres decretados apresentavam formulários devidamente preenchidos e disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da SEDEC. Os dados contidos nesses formulários são abordados a seguir.

**Por danos humanos registrados na região do Cariri/Curimataú** tem-se a ocorrência 4 mortes: uma em São João do Cariri e 3 em Serra Branca. Verifica-se também que não foram declarados feridos, mas existiram 120 enfermos no município de Serra Branca. Quanto aos desabrigados, do total de 52 municípios do Cariri/Curimataú, 15 fizeram registros, totalizando 1.531 habitantes afetados, sendo o maior quantitativo no município de São João do Tigre, com 358 afetados.

Em relação aos desalojados nessa região, 20 municípios apresentaram registros, totalizando 3159 afetados. Deles, Livramento foi município que mais apresentou afetados, totalizando 600 pessoas.

Por desaparecidos foi apresentado um total de 310 pessoas, todas no município de Livramento. Já por demais afetados, todos os municípios indicaram existência, somando 2.270.312 habitantes. O município que mais apresentou afetados sem descrição específica foi Monteiro, com 199.063 pessoas.

**Para os danos que acometeram o Alto Sertão** há registro de 2 mortos em São José da Lagoa Tapada; 5 feridos no mesmo município e outros 7 em Sousa. Por enfermos foram 31 também em São José da Lagoa Tapada, e 857 novamente em Sousa.

Para desabrigados o valor é bem maior: foram 4.398 pessoas, divididas em 13 municípios, com Sousa apresentando a maior incidência, 2.632 afetados. Por desalojados, há o total de 7.004 pessoas, distribuídas em 20 municípios, com o município de Sousa também apresentando o maior valor, 3.166 afetados. Dois municípios apresentaram desaparecidos: Piancó teve o total de 122 pessoas e Sousa um desaparecido.

Por demais afetados, todos os 39 municípios da região do Alto Sertão apresentaram danos somando 1.258.829 habitantes afetados, com o município de Cajazeiras apresentando o maior valor, 174.182 pessoas afetadas.

**Os danos humanos da região do Sertão** se apresentaram com duas mortes em São Bento e uma em Santa Luzia; 761 feridos no município de Patos; e não há registros de enfermos para os municípios do Sertão. Ainda, há o total de 1665 pessoas desabrigadas, divididas entre 14 municípios, com o maior valor entre eles sendo em São Bento, com 490 afetados. Além disso, foram 9.097

desalojados, distribuídos em 26 municípios, com Patos apresentando a maior quantidade de afetados, 3.657.

Não foram registrados desaparecidos para a região do Sertão e foram somados 1.613.215 afetados de modo não especificado, presentes em todos os municípios, sendo Patos o que registrou maior quantidade, 236.277 afetados.

A seguir os danos humanos são apresentados por anos e se torna importante salientar a falta dos anos 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 nos resultados, pois não apresentaram relatórios válidos (com dados).

A morte é considerada o tipo de dano mais grave. Tendo essa afirmação em vista, tem-se que 2004 é o ano mais crítico **para o Cariri/Curimataú**, pois apresentou 4 óbitos. Além disso, foi o único ano que apresentou enfermos (120 pessoas) e desaparecidos (310 pessoas) no ano de 2004.

O maior número de desabrigados foi registrado nos anos de 2004 (1.457 pessoas) e de 2008 (74 pessoas); os desalojados registrados nos anos de 2004 (1.822 pessoas), de 2008 (792 pessoas) e de 2009 (545 pessoas). Os afetados sem categoria especificada estiveram presentes em todos os anos do período analisado, sendo o ano de 2016 o mais crítico (690.370 pessoas).

**Para os municípios do Alto Sertão**, o ano de 2008 pode ser considerado o mais crítico pois apresenta dois mortos, quatro feridos, 824 enfermos e um desaparecido. Além dele, o ano de 2004 também merece destaque, pois apresenta oito feridos, 64 enfermos e 122 desaparecidos.

**Para os municípios do Sertão**, o ano de 2004 é o mais crítico, uma vez que apresentou três mortes. Além dele, o ano de 2009 também merece destaque por apresentar 761 feridos. Por desabrigados os anos que apresentaram danos foram 2004 (868 pessoas), 2006 (200 pessoas), 2008 (379 pessoas) e 2009 (218 pessoas). Para desalojados os mesmos anos se repetem: 2004 (3.284 pessoas), 2006 (150 pessoas), 2008 (1.596 pessoas) e 2009 (4.067 pessoas). Nenhum ano apresentou desaparecidos para a região do Sertão.

## 6 Considerações finais

Os desastres que almejavam decretos por SE formaram a maioria dos registros para os municípios das regiões pluviométricas. E quando se volta a análise para a classificação dos desastres por tipo, os desastres mais frequentes foram por estiagens.

No período de 2003 a 2016, registram-se que os anos que mais se destacaram no montante de danos humanos oriundos dos desastres foram os anos de 2004, 2006, 2008 e 2009. Nesses anos existiu uma maior presença de desastres de origem hidrometeorológica: 2004 conta com 37 registros de enxurradas e 79 de chuvas intensas; 2006 conta (em menor quantidade) com 3 registros de enxurradas; 2008 apresenta 109 registros de inundações e 92 de enxurradas; e 2009 apresenta 37 registros de enxurradas.

O fato em tela revela que os desastres de origem hidrometeorológica provocam mais danos humanos do que os desastres climáticos (secas e estiagens) e isso, talvez possa ser explicado pela velocidade/dinâmica do evento meteorológico deflagrador do desastre, a exemplo de chuvas excepcionais concentradas em poucas horas, bem como pelo alto grau de privação socioeconômica da população residente nos territórios de maior risco a inundações nos municípios de maior número de registros de danos, além da falta ou carência de gestão dos riscos de desastres, visto que, o número de recorrências de deflagração de desastres nos municípios paraibanos é elevado, em especial, nos municípios pertencentes as regiões do Sertão, Alto Sertão e Cariri/Curimataú.

Por fim, é possível inferir que as informações contidas nesta pesquisa podem auxiliar na tomada de decisão de gestores e ainda no auxílio de políticas públicas que visem mitigar os danos oriundos dos desastres, uma vez que enfoquem na vulnerabilidade social da população e na redução de riscos e desastres.



## Referências

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional**, 2012. Disponível em: [http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru\\_Normativa\\_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055](http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru_Normativa_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055). Acesso em: 01 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Instrução Normativa nº 02, de 20 de Dezembro de 2016 do Ministério da Integração Nacional**, 2016. Disponível em: [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-de-dezembro-de-2016--24789506](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-de-dezembro-de-2016--24789506). Acesso em: 01 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Situação de emergência e estado de calamidade pública**: reconhecimentos realizados, 2020. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/reconhecimentos-realizados>. Acesso em: 30 set. 2020.

LAVELL T., A. Ciencias sociales y desastres naturales en America Latina: un encuentro inclusivo. In: MASKREY, A. (ed). **Los desastres no son naturales**. Colômbia: LA RED/ITDG, 1993. p. 135-136.

SILVA, F. D. S.; BRITO, J. I. B.; PONTES, A. L. **Análise das Máximas Chuvas Ocorridas na Bacia do Rio Gramame-Litoral Sul da Paraíba**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, 2004, Fortaleza, CE. Anais: CD-ROM, SBMET.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande. 2007. 114p.

SILVA, L. L., MENEZES, H.E.A., DANTAS, R. T., COSTA, R. F. da, MENEZES, H. E. A. **Relações das precipitações da pré-estação com o período chuvoso no estado da Paraíba**. REA – Revista de estudos ambientais (Online) v.14, n. 4, p. 44-55, jul. /dez. 2012.

# MEMÓRIAS DOS DESASTRES AMBIENTAIS: UMA LINHA PARA A PESQUISA NA CIDADE DO CRATO, CEARÁ

*Antônia Carlos da Silva  
Marcelo de Oliveira Moura*

## 1 Linhas iniciais

Nos últimos anos, no Brasil, a dinâmica social e os processos econômicos e culturais em desenvolvimento vêm promovendo um aumento das condições inadequadas de moradia e de acesso ao saneamento básico para a população, em especial, para a de menor acesso socioeconômico. Além disso, a intensificação da exploração da natureza, associada aos modelos de desenvolvimento vigente com a acentuação das desigualdades e concentração de renda, tem aumentado consideravelmente a vulnerabilidade das populações e comunidades que vivem nessas áreas.

Pesquisas divulgadas pela Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil (OPAS, 2015), destacaram que os desastres ambientais estão se tornando cada vez mais frequentes e/ou mais graves. No Ceará, na cidade do Crato (Figura 1), por exemplo, os desastres ambientais decorrentes de episódios pluviométricos extremos variam de ano para ano, com registros de 114 eventos de chuvas extremas entre 1974 e 2016, dos quais 93 foram acima de 60 mm/dia e 21 acima de 100 mm/dia. Com esses eventos, verificou-se a ocorrência de inundações ao longo do canal do Rio Grangeiro, relacionadas a problemas de drenagem urbana e ao transbordamento do canal fluvial, atingindo especialmente o centro da cidade.

**Figura 1:** Mapa de localização do município do Crato



As repercussões sociais, econômicas e ambientais decorrentes desses eventos extremos, situam o município do Crato como parte do conjunto de municípios que são monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) desde 2013, e o colocam no relatório da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2014), com o registro de nove áreas que demandam maior atenção e direcionamento de ações em função das situações de risco apresentadas.

As áreas são consideradas de alto risco em função de suas formas de ocupação e por estarem suscetíveis a eventos de chuvas extremas que deflagram os desastres hidrometeorológicos, repercutindo em impactos nas mais diversas escalas para as comunidades em desvantagem social.

Esse contexto reforça a necessidade de estudos que possam auxiliar na mitigação dos impactos ambientais e sociais decorrentes dos eventos extremos nas áreas de risco na cidade do Crato. Os estudos têm anunciado que as relações entre as instituições públicas e a população mais vulnerável têm sido pautadas por posturas hierárquicas e que consideram os desastres ambientais de forma pontual e descontextualizada. Atentando para essa premissa, coloca-se como hipótese que o planejamento e as políticas públicas não têm considerado as experiências e vivências dos sujeitos que residem em áreas de riscos ambientais e em condições de alta vulnerabilidade social.

Apontamos que a percepção das pessoas em relação aos desastres ambientais vivenciados deixa registros na memória coletiva, sendo essa uma significativa ferramenta para a compreensão e o planejamento de ações voltadas para a Redução de Riscos de Desastres (RRD). Neste trabalho, o principal objetivo é de compartilhar um plano de investigação pautado nessa temática.

Diante desse contexto, emergiu a problemática central do plano de investigação, que reside no entendimento de como as pessoas percebem os desastres ambientais, como a percepção das pessoas se transforma com os referidos desastres e como esse processo dialoga com a produção coletiva de memórias sobre os eventos.

Nesse sentido, colocamos como questões iniciais da investigação: i.) Como as pessoas que vivenciaram os desastres ambientais percebem as situações de risco? ii.) As narrativas das pessoas em relação aos riscos ambientais é a mesma da verificada pelos estudos técnicos? iii.) Que memórias essas pessoas constroem em relação aos eventos que vivenciaram? iv.) De que forma as experiências vividas pela comunidade podem contribuir para minimizar os problemas decorrentes dos desastres ambientais?

Para tanto, buscaremos compreender os desastres ambientais na cidade de Crato, a partir das memórias construídas pelas pessoas que vivenciaram situações de riscos com as ocorrências de inundações e deslizamento.

## 2 Escolha do tema e o caminho metodológico

No Ceará, os desastres ambientais que mais ocorrem são as secas, as estiagens e as inundações, ou seja, aqueles relacionados as anomalias das precipitações pluviométricas. Apesar dos desastres ambientais devidos à estiagem e à seca serem representativos, no Crato, atentando para o quadro ambiental e social apresentado, são relevantes os desastres hidrometeorológicos com inundações (graduais e bruscas), alagamentos e deslizamentos que são deflagrados em função de chuvas excepcionais concentradas em poucas horas.

No relatório da CPRM (2014), estão delimitadas e mapeadas as nove áreas de risco da cidade, são elas: Encosta do Seminário (paralela à calha do rio Grangeiro); Rio Grangeiro (a bacia do rio Grangeiro forma um anfiteatro concentrando o fluxo da água em direção ao Centro da cidade do Crato); Batateiras (no bairro Batateiras); Cacimbas (no bairro Cacimbas); Baixada (área sujeita a escorregamento); Alto da Penha (encosta íngreme com aproximadamente 30 metros, área sujeita a deslizamento); Pinto Madeira/Escadaria do Pequizeiro (área sujeita a deslizamento); Vila Lobo (área de enchente) e Grangeiro (bairro situado na planície de inundação de um dos afluentes do rio Grangeiro).

Elencamos, para a pesquisa futura, como recorte temático de análise os problemas decorrentes de deslizamentos e de inundações em duas áreas de risco: Encosta do Seminário (Figura 2) e Canal do Rio Grangeiro (Figura 3), tendo como escala temporal o período de 1974 a 2020, para uma análise das memórias dos sujeitos sociais, dos eventos extremos de chuva e de seus impactos impressos em matérias de jornais locais.

O intervalo de 1974 a 2020 corresponde, como data inicial, com o ano de instalação dos postos pluviométricos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e, como data final, com o ano de registro de dados pluviométricos mais recentes.

**Figura 2:** Encosta do Seminário



Autora: Antônia Carlos da Silva, 2022

**Figura 3:** Trecho do Canal do rio Grangeiro



Autora: Antônia Carlos da Silva, 2022

Nas áreas eleitas para a pesquisa, são perceptíveis a ação conjunta dos aspectos climáticos e das ocupações das encostas e das margens do rio, assim como as condições de vulnerabilidade social da população que acabam contribuindo para o desencadeamento de eventos perigosos, caracterizados como desastres ambientais.

A investigação assume caráter teórico e empírico a respeito da memória coletiva dos desastres ambientais, tendo como perspectiva de abordagem dos dados, a metodologia de investigação qualitativa. Essa é uma proposta em que o pesquisador e o participante/colaborador se mantêm em constante envolvimento, atentando para o reconhecimento do que o sujeito fala e, essencialmente, para o sentido da fala. Para González Rey (2002, p.56), implica no desenvolvimento de “um diálogo progressivo e organicamente constituído, como uma das fontes principais de produção de informação”.

Na perspectiva da abordagem qualitativa, assumimos a proposta da história oral, “um procedimento metodológico que busca, pela construção de fontes e documentos, registrar, através de narrativas induzidas e estimuladas, testemunhos, versões e interpretações” (DELGADO, 2006, p.15).

No campo da história oral, definimos as fontes orais e as documentais. As fontes orais consideradas são as narrativas dos sujeitos, buscando entender como as pessoas percebem os desastres ambientais e como esses processos dialogam com a produção da memória coletiva sobre os mesmos. A definição dos colaboradores da entrevista tem como critério o atendimento da representatividade das áreas de risco sujeitas aos desastres ambientais e a disponibilidade para participar da pesquisa.

Na pesquisa documental, são considerados os registros em jornais de veiculação local com notícias referentes aos deslizamentos, enchentes e as perdas materiais e de vidas humanas; dados pluviométricos divulgados pela FUNCEME de 1974-2020; dados da Defesa Civil do Município sobre as situações de emergência decretadas a partir da ocorrência de eventos pluviométricos extremos; registros fotográficos das áreas expostas aos eventos extremos e dos danos ambientais, entre outros.

Essas fontes podem, se for o caso, atuar como contraponto aos depoimentos orais, confirmando ou não as narrativas dos entrevistados. Essa conduta caracteriza uma perspectiva apresentada como história oral híbrida, o que pressupõe aproximação, cotejamento e estabelecimento de relação entre as fontes documentais (materiais escritos) e as narrativas (entrevistas) (MEIHY; HOLANDA, 2007).

### 3 Os conceitos centrais da investigação

O termo desastre natural tem sido conceituado como o resultado de eventos adversos, naturais e/ou provocados pelo homem, sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade. Nessa concepção, o desastre é caracterizado por extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excedem a capacidade da sociedade de lidar com o problema usando meios próprios (ISDR, 2009).

Considerando que estamos tratando de eventos com importantes repercussões sociais e ambientais, optamos por adotar neste trabalho o termo desastre ambiental ao invés de desastre natural, pois esse último imprime uma visão reducionista, isto é, transparece uma visão que mais naturaliza do que contextualiza os problemas de ordem socioambiental vivenciados pela população.

Entre os eventos naturais que contribuem para a deflagração de desastres ambientais nas cidades brasileiras, destacam-se os eventos de chuvas extremas. Esses são aqueles em que os totais em certo período (seja anual, sazonal, diário ou outro) apresentam desvios de chuva superiores ou inferiores ao comportamento habitual da área no período analisado (BARBOSA, 2007).

Monteiro (1976) complementa essa ideia, apontando que esses fenômenos são descontínuos, cuja variação no tempo admite padrões normais de distribuição anual, bem como desvios extremos que levam à escassez e ao excesso. Os eventos extremos do tipo hidrológico (inundações, enxurradas e alagamentos), por exemplo, são geradores de diversos impactos sociais e riscos ambientais.

Os eventos de chuvas extremas causam grandes implicações no espaço geográfico trazendo sérios prejuízos à população, pois as áreas intensamente ocupadas e transformadas pelas pessoas, são as áreas de maior vulnerabilidade. Gonçalves (2003) afirma que mesmo com o avanço tecnológico e os esforços para o conhecimento das forças naturais, as sociedades ainda permanecem vulneráveis e parecem estar cada vez mais expostas a tais eventos.



Buscando compreender esse contexto e considerando um viés não limitado aos pressupostos técnicos, encontramos estudos sobre a percepção de ameaças e riscos com Hewitt (1983), já na década de 1980, numa perspectiva de pensamento que discutia a vulnerabilidade da sociedade como componente essencial nas definições das condições que propiciavam os desastres ambientais.

Em continuidade, outros trabalhos surgiram discutindo a vulnerabilidade como componente essencial na equação do desastre, como as pesquisas da Rede de Estudos Sociais em Prevenção de Desastres na América Latina que contribuíram para as discussões mais recentes sobre desastres ambientais (CAMPOS, 1999; CARDONA, 2001).

Assim, ao tecer relações entre a percepção dos eventos e a memória produzida a partir deles, elegemos a memória coletiva como ferramenta para evidenciar as experiências dos desastres ambientais em comunidades vulneráveis situadas em áreas com elevado grau de riscos ambientais na cidade de Crato.

A partir da memória, é possível enveredar pelas lembranças das pessoas e reconhecer as marcas das vivências, entender a relação delas com o espaço e compreender que o tempo não está perdido. “[...] graças à memória, o tempo não está perdido, e, se não está perdido, também o espaço não está. Ao lado do tempo reencontrado, está o espaço reencontrado” (POULET, 1992, p. 54-55).

A memória coletiva é um conjunto de lembranças construídas a partir de um processo de reconstrução do passado vivido e experimentado por um determinado grupo social, é uma ferramenta que permite compreender coletivamente os processos, pois a rememoração vai além do que o indivíduo lembra, as memórias são coletivas, são partes da memória do grupo à qual pertence (HALBWACHS, 1990).

## 4 Linhas finais

A pesquisa que se propõe sobre os desastres ambientais na cidade do Crato, delimitada teórica e metodologicamente por dados oficiais, permite conhecer a distribuição dos eventos no tempo e no espaço, mas consideramos que é

importante reconhecer e compreender a repercussão social de tais eventos, agregando as memórias daqueles que foram/são diretamente atingidos.

Evidenciar as percepções grafadas como memória coletiva é um caminho que reconhece e valoriza aqueles que em suas vivências acumulam experiências significativas sobre as situações vividas. A valorização das memórias das comunidades expostas aos eventos extremos é um diferencial nas pesquisas atuais, pois apresenta características diferentes dos elementos tradicionais da análise quantitativa de risco e incorpora uma avaliação intuitiva.

Para isso, as memórias atuam como ferramentas que reproduzem as imagens que remetem aos fatos vividos e experienciados como um fenômeno social, ou seja, como um caminho que inter-relaciona a memória da pessoa à memória do grupo (HALBWACHS, 1990).

Consideramos, portanto, que a memória é reveladora das percepções significativas que trazem à tona as marcas das experiências compartilhadas entre as pessoas de um ou mais grupos. É por meio da linguagem que a memória é comunicada, condição que imputa à memória uma característica simbólica, de viés qualitativo que agrega sentido e leitura social que devem ser considerados no entendimento dos eventos, na tomada de decisão e no gerenciamento dos riscos.

## Referências

BARBOSA, J. P. M. Estudo sobre a evolução dos eventos extremos de precipitação no setor paulista da serra do mar. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17, 2007, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ABRH, 2007. p. 1-21.

CAMPOS, A. **Educación y prevención de desastres**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1999. Disponível em: <https://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. In: International Work-Conference On Vulnerability

In Disaster Theory And Practice. **Annais...** Wageningen (Holanda): Wageningen University and Research Centre, 2001. 18 p. Disponível em: <https://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Relatório Anual 2014. Disponível em: [https://www.cprm.gov.br/publique/media/informacao\\_publica/rel\\_anual\\_2014.pdf](https://www.cprm.gov.br/publique/media/informacao_publica/rel_anual_2014.pdf). Acesso em: 12 mai. 2020.

DELGADO, L. de A. N. **História oral**: memória, tempo identidades. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.192p.

GONZÁLEZ REY, F. **Pesquisa Qualitativa em Psicologia**: caminhos e desafios. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva**. São Paulo: Edições Vértice,1990. (Tradução de Laurent Léon Schaffter).

HEWITT. K. **Interpretations of Calamity From the Viewpoint of Human Ecology**. Boston, MA (USA) Allen and Unwin, 1983.

ISDR. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction** – Risk and poverty in a changing climate Invest today for a safer tomorrow. United Nations, Geneva, Switzerland; 2009.

LUNA, V. F.; GOMES, J. F.; SILVA, C. C. J.; SILVA, J. M. O. Ocorrência de eventos de chuva extrema no período de 1974 – 2016 na cidade do Crato – CE. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – SBCG, 13, 2018, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora: SBCG/ ABCLIMA, 2018. p. 1-20. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/sbcg2018/site/anais/>. Acesso em: 10 out. 2019.

MEIHY, J. C. S. B.; HOLANDA, F. **História oral**: como fazer, como pensar. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976 (Série Teses e Monografias, n. 25).

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil** (2a ed.). Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

POULET, G. **O espaço Proustiano**. Rio de Janeiro: Imago, 1992.

# EDUCAÇÃO EM REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES NO CONTEXTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS PARA O ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO TRANSFORMADOR

*Allan Yu Iwama  
Rafael S. Damasceno Pereira  
Débora Olivato  
Rachel Trajber  
Patrícia Mie Matsuo*

## 1 Introdução

As diretrizes previstas em Marcos de Ação e relatórios globais (UNISDR, 2015, IPCC, 2022) reiteram que as ameaças das mudanças climáticas aumentam a frequência e magnitude de desastres e propõem a construção de uma cultura preventiva com o engajamento das comunidades locais. No Brasil, diversas comunidades são especialmente vulneráveis em função da localização dos seus territórios, dos modos de subsistência e da forma de organização política e social hegemônica. O conhecimento local se constrói nos modos de lidar e adaptar-se a ambientes em constante transformação, sejam alterações associadas a eventos climáticos ou mudanças ambientais, tanto em nível cotidiano quanto comunitário (CAINS, HENSHEL, 2019; NAESS, 2013). Existem conhecimentos e práticas de políticas cotidianas de redução de riscos implementadas por lideranças e comunidades locais (RÄSÄNEN *et al.*, 2020; KATO, ENDO, 2020; SHAW, 2012). Entretanto sua interação com as políticas formais de gestão de riscos ainda é incipiente e pouco orientada ao diálogo e à integração de saberes. Nesse contexto, esse capítulo investiga as potencialidades e os desafios para promover o engajamento de escolas e comunidades locais em contextos urbanos nas periferias e no meio rural, ligados a projetos de Educação em Redução de Riscos de Desastres (ERRD). São analisadas atividades práticas realizadas no âmbito de

projetos colaborativos que envolveram escolas, líderes e comunidades locais, trazendo uma análise crítica dos processos de engajamento comunitário com distintos públicos-alvo, com reflexões que permitam o avanço de abordagens participativas em RRD.

## 2 Iniciativas de Educação para Mudanças Climáticas e Riscos de Desastres: estudos de casos

Para discutir e ampliar a discussão sobre engajamento social em distintas comunidades na temática de mudanças climáticas e desastres, foram selecionadas três iniciativas que adotaram a pesquisa colaborativa como eixo condutor das ações, porém envolvendo diversos públicos – comunidades locais, defesas civis, comunidades escolares – utilizando de uma variedade de abordagens e estratégias para o envolvimento com os participantes. As iniciativas destacadas aconteceram em distintos momentos e contextos geográficos, desde 2010 até os dias atuais de 2022.

### 2.1 Dados à Prova d'Água (WPD++ Waterproofing data) a ciência cidadã na “polinização” nas escolas e defesas civis

O Programa Cemaden Educação<sup>2</sup> desenvolveu um conceito estruturante para a ERRD que contribui com a disseminação dos conhecimentos gerados por escolas e comunidades a partir de metodologias que combinam pedagogia dialógica e transformadora, aprendizagem significativa e ciência cidadã, com a utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação (TRAJBER *et al.*, 2019; MATSUO, SILVA, 2021; MATSUO *et al.*, 2021). Com isso, tem se construído uma rede de proteção ampliada por meio da educação formal, informal e não formal. Com a proposta do **Cemaden micro-local**, as escolas e comunidades participantes pesquisam e monitoram o lugar onde vivem em relação às vulnerabilidades, ameaças, riscos e ações preventivas.

---

2 Criado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTIC) <http://educacao.cemaden.gov.br>

Uma colaboração com o projeto de pesquisa *Waterproofing Data: engaging stakeholders in the sustainable governance of flood risks for urban resilience*<sup>3</sup> permitiu avançar na circularidade da geração de dados de chuva e registro de eventos hidro-geo-meteorológicos em celulares por escolas e comunidades. Os dados são usados com abordagem de Ciência Cidadã; tanto como fonte de pesquisas locais e intervenções transformadoras por comunidades escolares e defesas civis; quanto como fonte de apoio aos tomadores de decisão dos alertas emitidos pelo CEMADEN/MCTI, em interação com o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

O projeto **Dados à Prova d'Água WPD++: a ciência cidadã na “polinização” nas escolas e defesas civis** foi uma articulação inovadora de vários atores sociais realizada entre os meses de setembro a dezembro de 2021, sob a coordenação da Universidade de Glasgow (Escócia), da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e do Cemaden Educação<sup>4</sup>. Trata-se de uma ação de formação de agentes ‘polinizadores’ – profissionais das áreas de educação e de proteção e defesa civil – que atuaram junto aos estudantes e a integrantes de comunidades vulneráveis, alguns em NUDECS (Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil) em atividades de ciência cidadã para RRD. O projeto produziu um guia de apoio da disciplina eletiva<sup>5</sup> na FGV em São Paulo (SOUSA et al., 2022; MARCHEZINI et al., 2022), construído em colaboração pela equipe do projeto, assessoras técnicas e professoras de escolas públicas. Apresenta com conceitos e sugestões de caminhos para o desenvolvimento de práticas da ciência sobre desastres.

---

3 “Dados à Prova d'Água: engajando stakeholders na governança sustentável de riscos de inundação para resiliência urbana”, parceria em projeto do Belmont Forum e NORFACE Joint Research Programme on Transformations to Sustainability (process n. 18/50039-4) e realizado pelas Universidades de Warwick, Glasgow, Heidelberg e Fundação Getúlio Vargas.

4 Financiamento extra do Global Challenges Research Fund via Global Research Translation Award (GRTA).

5 Disciplina Eletiva Dados a Prova D'Água – <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/lancamento-do-aplicativo-e-disciplina-eletiva-201cdados-a-prova-d2019agua201d-destaca-o-engajamento-de-comunidades-e-escolas-na-resiliencia-a-inundacoes>

A polinização contou com 20 profissionais-bolsistas, sendo 15 da área da educação e 05 de Defesas Cívicas, que envolveram diretamente 243 participantes na testagem e adequação do aplicativo móvel (APP) “Dados a Prova d’Água” em cinco estados Mato Grosso, Acre, Pernambuco, São Paulo e Santa Catarina, um em cada região do país, e em 16 municípios.

O monitoramento da chuva em redes observacionais, com pluviômetros confeccionados com garrafa PET, aliado ao desenvolvimento de um conjunto de diretrizes para o uso do APP, monitoram eventos hidro-meteorológicos úteis tanto para as comunidades, quanto para o Sistema de Proteção e Defesa Civil.

As redes observacionais locais foram compostas por um mínimo de dois grupos de pessoas. Cada grupo com pelo menos 5 pluviômetros instalados na casa das pessoas, um na escola ou Defesa Civil e um na casa do/a professor/a. A espacialização dos pluviômetros poderia variar de acordo com cada situação, onde as pessoas moram e/ou conseguem instalar e monitorar diariamente seus pluviômetros. As configurações das redes observacionais poderiam variar, sendo mais abertas e dispersas, ou próximas, mas o importante é que fossem pessoas de uma mesma escola ou comunidade.

Foram 60 horas de formações com reuniões semanais online, e mais 180 horas de dedicação ao trabalho de polinização. A coordenação do WPD++ compartilhou conteúdos temáticos, orientações, protocolos em oficinas e palestras dialogadas em atividades interativas. O projeto foi realizado no período da pandemia do Covid 19 respeitando as normas de segurança.

Resultados já podem ser sentidos, além de avaliações participativas. O agente de Defesa Civil de Cuiabá economizou recursos públicos ao mostrar ao prefeito o monitoramento da chuva, provando que um alagamento na cidade se devia a intervenções na vazão do Rio Cuiabá, independente do volume de chuvas.

Em Santa Catarina, a metodologia de pluviômetros de PET com o uso do aplicativo foi adotada pelo Programa Estadual Escolas Seguras para todas as escolas do estado.

O Acre avaliou o projeto afirmando que:

*“por conta da sazonalidade amazônica [com] períodos muito distintos entre seca e chuva, a pluviosidade durante a época*



*chuvosa é elevadíssima. Neste sentido, considerando que boa parte da população acreana é de baixa renda e vive em áreas de risco, o uso de um aplicativo de fácil acesso associado a um mecanismo simples, o pluviPET, possibilita o estabelecimento de alertas a partir de dados compartilhados por pessoas comuns, isso potencializa a capacidade de mitigação dos impactos de alagamentos, enxurradas e enchentes. (JJ - Polinizador de Rio Branco, 2021).”*

O relato mais contundente veio de Pernambuco, após o desastre ocorrido em no início de 2022, que atingiu 40 cidades e no qual morreram 100 pessoas. Jaboatão dos Guararapes, um dos municípios com o maior número de óbitos participou do WPD++. A polinizadora deste projeto e parceira do Cemaden Educação, relatou que os estudantes da Escola Adelaide Pessoa Câmara confiam no projeto, continuaram monitorando e registrando os dados, informaram os deslizamentos e acionaram a Defesa Civil (Figura 1). Isso pode ser visto no painel de controle de dados dos pluviômetros - Dashboard<sup>6</sup>. A polinizadora refletiu:

*“nas áreas do projeto, as pessoas saíram antes. As casas foram afetadas, mas não tiveram óbitos. Enquanto em outras áreas sem trabalho comunitário, a gente percebe o quanto a comunidade resistiu a sair antecipadamente e foram diretamente afetadas com danos humanos. (RL - Polinizadora de Pernambuco, 2022).”*

---

6 <https://dados-a-prova-dagua.ubdc.ac.uk/>

**Figura 1:** Atividade de pluviômetros artesanais – com garrafas PET – na escola em Pernambuco



Créditos: equipe Cemaden-Educação e Rejane Lucena – 2022

Com o término do projeto internacional, há premência de captar recursos para ganhar escala, replicar e ampliar um projeto bastante complexo. Ele envolve tecnologia (APP e painel de dados), remuneração de polinizadores com bolsas de pesquisa, formação consistente e, sobretudo, um trabalho de Ciência Cidadã e educação aprofundada com professores e defesas civis para o enfrentamento da crise climática.

## **2.2 CoAdapta | Litoral na escola Municipal Presidente Tancredo de Almeida Neves, Ubatuba, São Paulo**

Em 2017, o projeto CoAdapta | Litoral iniciou atividades de pesquisa colaborativa sobre o tema da “adaptação às mudanças climáticas e cartografia social: uma abordagem com foco na ciência cidadã”. Ele se configurou como um projeto interinstitucional, vinculado em um primeiro momento ao Instituto Brasileiro de Ciência da Informação e Tecnologia (IBICT), associado à UFRJ para o Programa de Pós-Graduação em Informação Ciência (PPGCI), no Brasil (período

de 2017 a 2018), e em um segundo momento pela Universidad de Los Lagos no Chile e a York University no Canadá (período de 2018 a 2021).

O projeto CoAdapta | Litoral tem desenvolvido uma abordagem da ciência cidadã para integrar os conhecimentos locais e científicos sobre as situações de vulnerabilidade e estratégias de adaptação às mudanças climáticas. A abordagem utiliza a cartografia social e o SIG participativo, além de entrevistas locais com grupos de trabalho com lideranças locais em cada comunidade envolvida na zona costeira. No Brasil, em colaboração direta com o Cemaden-Educação, em 2017, foram realizadas 3 oficinas de formação com 40 estudantes da Escola Municipal Presidente Tancredo de Almeida Neves, do ensino médio integrado ao técnico com cursos de Contabilidade, Administração e Informática. As oficinas, Figura 2, foram pautadas em uma metodologia de aprendizado para prevenção de riscos de desastres e consistiram na construção de pluviômetros artesanais e medição da chuva em diferentes bacias hidrográficas; cartografia social e mapeamento georreferenciado Quantum GIS das áreas de riscos e dos pluviômetros artesanais (ALBAGLI, IWAMA, 2022; CARVALHO *et al.*, 2020).

**Figura 2:** Atividade de pluviômetros artesanais – com garrafas PET – na escola no litoral norte de São Paulo



Créditos: equipe CoAdapta | Litoral, Escola Tancredo Neves de Ubatuba – 2017 (Carvalho *et al.* 2020)

As práticas escolares contaram com a co-atuação do professor de Geografia, adepto de metodologias ativas e investigativas como estratégia de ensino. As perguntas apresentadas aos alunos foram: (a) você sabe qual é o volume de chuva onde você mora? (b) o que este volume de chuva representa para você, no dia a dia? (c) você sabe o que fazer se acontecer algum problema como inundação, enchentes e escorregamentos? Por meio dessas perguntas, tem se buscado uma reflexão sobre como as pessoas percebem as situações de áreas de riscos e suas estratégias de adaptação ou respostas aos efeitos dos eventos climáticos extremos. Essa reflexão, partindo de uma experiência prática e vivida pelos estudantes, tem apoiado também na mobilização deles em torno de seu próprio território, como, por exemplo, irem falar com as pessoas que vivem há mais tempo em seus bairros para saber o que ocorria ali, e começarem a pensar/organizar planos de ação para buscar soluções para reduzir ou evitar danos associados aos riscos na região.

*Fomos conversar com nossos avós, os mais antigos, para saber o que acontecia na nossa região [...] foi uma oportunidade muito importante para dialogar [com eles], pois nunca tinha perguntado sobre esse tema a eles e não conhecia a experiência deles [nesse tema] [Estudante, escola Tancredo Neves – Ubatuba, 2017]*

Esses planos de ação, ainda em construção, vão desde conservar as margens do rio Grande, até desenhar rotas de fuga quando ocorrem inundações bruscas ou deslizamentos.

O projeto CoAdapta | Litoral, através destas atividades propostas na escola Tancredo Neves em Ubatuba, tem buscado facilitar o papel de protagonismo de jovens e estudantes em suas atividades pedagógicas, incentiva a pesquisa sobre a realidade local, e também proporcionar espaços de participação.

### **2.3 Bacia hidrográfica do rio Indaiá – Ubatuba – SP, envolvendo comunidades locais, escolas e defesas civis**

Entre 2010 e 2013, surgiu a ideia de realizar um conjunto de ações de pesquisa e educação sobre prevenção de riscos de desastres socioambientais na bacia hidrográfica do Rio Indaiá, localizada no município de Ubatuba – SP.

Essa proposta teve rápida adesão por parte de lideranças comunitárias, pesquisadores do Instituto Geológico, Instituto Florestal, Comitê de Bacia Hidrográfica do litoral norte de SP e de funcionários da gestão municipal ligados a Defesa Civil e da Secretaria de Educação.

O processo de ensino-aprendizagem junto às comunidades deu-se em dois momentos: (1) uma audiência pública (reunião) para tratar da prevenção de riscos de desastres da bacia, com: palestras dialogadas ministradas pelas instituições parceiras; trabalho em grupos para levantar os riscos de desastres socioambientais locais e sugestões de ações de prevenção (elaboração de uma agenda) e partilha dos resultados. Dentre os riscos socioambientais listados pelos 72 participantes (jovens e adultos), destacam-se as inundações/alagamentos/enchentes (o público não diferenciou os fenômenos), escorregamentos de terra, vendavais e invasão do mar. As soluções para reduzir os problemas foram apontadas pelos próprios participantes, variando desde o descarte adequado de lixo pela população, até a melhoria na rede de drenagem pela prefeitura (OLIVATO *et al.*, 2022); (2) realização do curso denominado “Aprendendo e dialogando sobre os riscos ambientais e sua cartografia na área de influência da bacia hidrográfica do rio Indaiá”. O curso contou com 22 participantes, sendo: residentes ou trabalhadores da área de estudo; integrantes da Defesa Civil e da Secretaria Municipal de Educação, dentre outros interessados no tema.

A programação do curso, de duração de 8h, abrangeu 5 etapas interconectadas (OLIVATO, RIBEIRO, GALLO JR, 2017), a saber: (1) Produção dos mapas de percepção dos riscos ambientais do lugar, para o levantamento do conhecimento prévio dos participantes e com o registro em base cartográfica (cartografia social) - Figura 3; (2) Palestra dialogada sobre mapeamento técnico de áreas de riscos ambientais; (3) Trabalho de campo em área de risco, com observação e preenchimento de ficha técnica de campo, uso de imagem de satélite de apoio, e entrevista com moradores; (4) Revisão dos mapas de percepção de riscos da bacia. A fim de complementar as observações a partir da experiência vivenciada ao longo do curso; (5) Avaliação das atividades e do curso em grupo, no formato de uma plenária.

**Figura 3:** atividade de cartografia social com comunidades local, escolas e defesa civil, na escola no litoral norte de São Paulo



Créditos: Débora Olivato (Olivato *et al.*, 2017)

As atividades buscaram aproximar cientistas, técnicos e cidadãos. Promover a troca de informações e de saberes sobre prevenção de riscos de desastres da área de estudo. Nesse sentido, os mapas tiveram destaque, pois foram elaborados mapas de percepções de riscos pelos cidadãos, e estabelecido um diálogo com os mapas técnicos elaborados pelo Estado. Essa complementariedade é enriquecedora pois pode colaborar para a gestão participativa de risco do lugar.

Adotou-se a bacia hidrográfica como área de estudo na perspectiva de que os resultados possam subsidiar o planejamento territorial a partir de uma visão integrada.

### 3 Como o engajamento comunitário acontece nas iniciativas de ERRD e educação climática

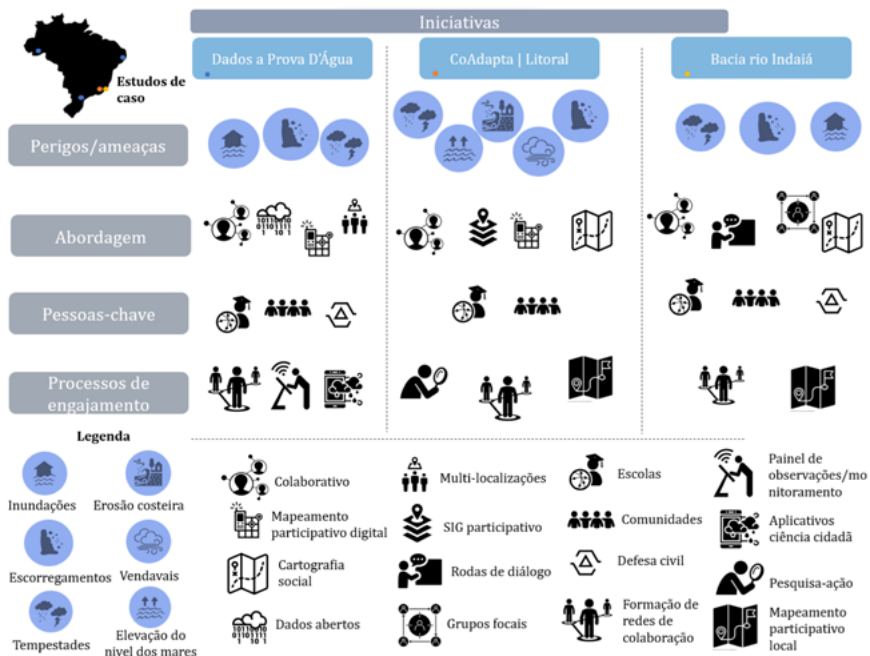
Cada uma das três iniciativas apresentadas construiu suas abordagens com base na participação e engajamento de comunidades locais.

A primeira, com os dados a Prova D'Água, reuniu um conjunto de participantes de 16 municípios brasileiros – com destaque para Jaboatão dos Guararapes-PE, Rio Branco-AC e Curitiba-PR, para trabalhar com formação comunitária, envolvendo escolas e defesas civis usando aplicativo com base em princípios de ciência cidadã acoplados as atividades pedagógicas como os pluviômetros artesanais (pluvipets) e cartografia social do Cemaden-Educação. As atividades se relacionaram com formação online de agentes multiplicadores em ERRD, Ciência Cidadã, monitoramento das chuvas com pluviômetros de baixo custo; testagem de aplicativo móvel “Dados à Prova d'Água”.

A segunda iniciativa, aplicada em comunidades locais e escolares no litoral norte de São Paulo, envolveu o trabalho comunitário usando, com parceria com Cemaden-Educação em metodologias baseadas em princípios de Ciência Cidadã, com oficinas presenciais de monitoramento das chuvas com pluviômetros artesanais, uso de tecnologias digitais de mapeamento e cartografia social de riscos de desastres e impactos de mudanças climáticas.

A terceira iniciativa, implementada com um público amplo de escolas, defesa civil e moradores locais na construção participativa e dialógica sobre os riscos de desastres em uma bacia hidrográfica no litoral norte de São Paulo, com atividades que envolveram palestras dialogadas, espaço de diálogo, construção de agenda de ações locais; curso de formação em Prevenção de riscos; e estudo do meio e mapeamento de percepção de riscos. A Figura 4 ilustra cada uma destas iniciativas, segundo os perigos/ameaças observados em cada período – como inundações, deslizamentos de terras, vendavais, erosão costeira, fortes tempestades – com suas respectivas abordagens de engajamento cidadão, público-alvo envolvido e processos de engajamento resultantes das atividades e reflexões/apontamentos a partir dos desafios encontrados, e possíveis novos arranjos colaborativos (Tabela 1).

**Figura 4:** Iniciativas/estudos de caso no Brasil, segundo comunidade envolvida, os perigos observados, abordagem e processos de engajamento cidadão



Créditos: elaboração dos autores



**Tabela 1:** Principais características e comparações entre o engajamento das comunidades locais nas iniciativas/estudos de caso apresentados, com apontamentos sobre desafios e oportunidades futuras

<b>Iniciativas</b>	<b>Principais produtos do engajamento</b>	<b>Principais desafios para a participação do público-alvo</b>	<b>Insights para novos arranjos de colaboração</b>
<b>Comunidades em áreas de risco socioambiental (Dados a Prova D'Água - WPD++)   Cemaden Educação</b>	Formação de redes observacionais pluviométricas (com pluviômetros de baixo custo); geração de dados pluviométricos, altura de rio e áreas de alagamentos no APP, e com registro dos dados no dashboard.	Dificuldade de constância dos participantes após o processo formativo. Poucos integrantes de defesas civis e professores do Brasil atuam com ERRD. Com o término do projeto internacional, há necessidade de ganhar escala e captar recursos.	Formação online dinâmica e dialógica. Continuidade parcial da proposta após o término do projeto, alguns multiplicadores conseguiram recurso ou mesmo autorização de seus superiores para continuidade das ações.
<b>Comunidade escolar em Ubatuba   CoAdapta   Litoral</b>	Realização de pesquisa científica sobre a localidade, como monitoramento sistemático das chuvas, aprimoramento do equipamento para realização da pesquisa.	Dificuldade para escolher a escola, de convencer a direção, coordenação pedagógica para adotar o projeto; e de encontrar os/as professoras interessadas em realizar o projeto; e a troca frequente de integrantes do corpo docente e coordenação/direção.	Reconhecimento da escola como produtora de conhecimento escolar em ERRD. Estabelecimento de parcerias com as Secretarias de Educação regionais (estaduais, municipais) e com o Cemaden. Envolvimento de estudantes que participaram dos processos como monitores na continuidade dos projetos. Grêmios?

<p><b>Comunidade da bacia hidrográfica do rio Indaiá - Ubatuba SP</b></p>	<p>Produção de uma agenda de ações de sustentabilidade e resiliência</p> <p>Mapeamento de percepção de riscos das lideranças locais.</p> <p>Resultado do trabalho entregue ao prefeito em reunião pública (CBHLN).</p>	<p>Dificuldade de localizar e engajar as lideranças comunitárias.</p> <p>Articulação com Secretaria de Educação e Defesa Civil para liberação de funcionários para participar das atividades do projeto.</p> <p>Troca frequente de integrantes da escola e da defesa civil municipal.</p> <p>Descontinuidade do projeto após o término do apoio externo.</p>	<p>Estar frequentemente na área de estudo e em contato com os moradores.</p> <p>Promover espaço de diálogo e de troca de saberes e conhecimentos entre integrantes de comunidades e defesa civil.</p> <p>Mapas colaborativos e reflexivos.</p>
---	--	--	--

\*Sistema de Proteção e Defesa Civil

## 4 Considerações finais

A colaboração entre pesquisadores e comunitários tem sido fundamental para criar um espaço de diálogo e oportunidade de desenvolver a pesquisa colaborativa, exigindo uma linguagem comum e de fácil acesso. Um resultado relevante tem sido desenvolvimento de capacidades locais capazes de produzir informações sobre os riscos de desastres e impactos de mudanças climáticas a fim de que as ações realizadas pelas comunidades sejam convertidas em políticas de redução de riscos de desastres e adaptação às mudanças climáticas, provendo condições e recursos para viabilizar o envolvimento ativo das pessoas diretamente afetadas.

Para fortalecer as ações estruturantes como a ERRD, a educação ambiental e a educação climática são fundamentais para conhecer e trabalhar junto com as pessoas e comunidades em situação de vulnerabilidade social aos desastres hidrometeorológicos em todas as regiões do Brasil.

Análises de vulnerabilidade em projetos pontuais e sem continuidade, embora importantes, não tem sido suficientes para dar resposta aos problemas cotidianos dos desastres e mudanças climáticas. É fundamental criar formas de reduzir as vulnerabilidades, de empoderar as pessoas por meio do conhecimento e de fortalecer as comunidades locais a fim de fazer frente às mudanças do clima. Portanto, desenvolver e fomentar a formação educadora para a sustentabilidade e fortalecimento da população de áreas suscetíveis a desastres é essencial para gerar uma cultura de prevenção dos impactos socioambientais por meio da educação ambiental crítica da realidade, que constitui ação transformadora de relevância para as políticas públicas de prevenção, mitigação e adaptação às emergências climáticas. Nesse contexto, esforços devem ser feitos para criar interfaces entre ciência e cidadania. Apresentamos práticas consistentes que se alinham com uma perspectiva emergente de educação ambiental climática, ainda bastante rara no Brasil. De fato, cada uma, se tomada isoladamente, não dá conta do hercúleo trabalho de educação necessário e emergencial a ser feito. No entanto, contribuímos com a força de desenvolver metodologias e práticas que juntas articulam e engajam atores sociais com base na educação ambiental crítica focada na gestão de riscos e redução das vulnerabilidades.

## Agradecimentos

A Faperj (E-26/202.414/2017), ANID/Fondecyt (3180705/2018), Joint Research Programme on Transformations to Sustainability (process n. 18/50039-4). Especiais agradecimentos a coordenadora pedagógica, Lucia Muniz, e comunidade escolar da Escola Municipal Tancredo Neves, em Ubatuba-SP, Escola de Referência em Ensino Médio Adelaide Pessoa Câmara e Rejane Lucena pela facilitação em Jaboatão dos Guararapes-PE.

## Referências

ALBAGLI, S.; IWAMA, A.Y (2022). Citizen science and the right to research: building local knowledge of climate change impacts. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 9, n. 39. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01040-8>

CARVALHO, C.M.; IWAMA, A.Y.; MEDEIROS, L. C. C.; SANTOS, R. S.; SANTOS, K. C.; FURTADO, D. R. P.; SILVA, D. F. C.; SOUZA, L. M.; ALBAGLI, S. O mapeamento participativo como ferramenta de educação ambiental para a Sustentabilidade. In: **Educar para a Sustentabilidade: visões de presente e futuro**. GRANDISOLI, E.; SOUZA, D.T.P.; JACOBI, P.R.; MONTEIRO, R.A.A. (Org.). 1ed. São Paulo: Editora Na Raiz, 2020, v. 1, p. 100-123.

CAINS, M.G.; HENSHEL, D. Community as an equal partner for region-based climate change vulnerability, risk, and resilience assessments. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p.24–30, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.005>.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change PÖRTNER, H.-O. *et al.* (eds.). Cambridge University Press, 2022, p. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001

KATO, T.; ENDO, A. Involving citizens in sharing disaster experiences across areas: An investigation into disaster-stricken communities and observing communities. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v.42, n. 101378, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101378>.

OLIVATO, D., GALLO JUNIOR, H., PINCINATO, F.L., SOUZA, I. Estudos de representações cartográficas de riscos de desastres socioambientais a partir de informações cidadãs. In: **Cartografia Biogeográfica e da Paisagem**. CHAVÉZ, E.S.; DIAS, L.S. (Org). Vol.III. ANAP. 2022.p. 247-266.

OLIVATO D.; RIBEIRO, R.R.; GALLO JÚNIOR, H. Educação para a gestão participativa de riscos ambientais: a experiência na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá – Ubatuba/SP. In: **Redução de vulnerabilidade a desastres: do conhecimento à ação**.

MARCHEZINI, V.; SAITO, S.; LONDE, L.R.; WISNER, B. Ed. Rima. 2017. p. 567-580. Disponível em: <https://preventionroutes.weebly.com/capiacutetuloschapters.html>.

MARCHEZINI, V.; PORTO DE ALBUQUERQUE, J.; PITIDIS, V.; RUDORFF, C.D.M.; LIMA-SILVA, F.; KLONNER, C; MARTINS, M.H.D.M. Flood risk governance in Brazil and the UK: facilitating knowledge exchange through research gaps and the potential of citizen-generated data”, **Disaster Prevention and Management**, v. 3, n. 6, p. 30-44, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/DPM-01-2022-0016>.

MATSUO, P. M. *et al.* “Levantando a lebre “ da Redução de Riscos e Desastres: aprendizagens da campanha #Aprenderparaprevenir. **Revista Humanidades e Inovação** v.8, n.44, p.322-339, 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/3986>.

MATSUO, P. M.; SILVA, R. L. F. Desastres no Brasil? Práticas e abordagens em educação em redução de riscos e desastres. **Educar em Revista**, 2021. P.1-23. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.78161>.

NAESS, L.O. The role of local knowledge in adaptation to climate change. **WIREs Climate Change**, v. 4, p. 99-106, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcc.204>.

RÄSÄNEN, A.; LEIN, H.; BIRD, D.; SETTEN, G. Conceptualizing community in disaster risk management. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v.45, n.101485, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101485>.

SHAW, R. Community-Based Disaster Risk Reduction. In: **Community, Environment and Disaster Risk Management**. Emerald Group Publishing Limited, 2012, p. 402. [https://doi.org/10.1108/S2040-7262\(2012\)0000010027](https://doi.org/10.1108/S2040-7262(2012)0000010027).

SOUSA, D. A.; LUCIO, F. S.; LIMA - SILVA, F. [et al.] Guia de aprendizagem [recurso eletrônico]: “dados à prova d’água” /. - São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2022. Disponível em <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/31796>.

TRAJBER, R.; WALKER, C.; MARCHEZINI, V.; KRAFT, P.; OLIVATO, D.; HADFIELD-HILL, S. ZARA, C. MONTEIRO, S. F. Promoting climate change transformation with young people in Brazil: participatory action research through a looping approach. **Action Research**, v.17, n.1, p. 87–107, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1476750319829202>.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). Global Assessment Report on Disaster Reports on Disaster Risk Reduction (GAR). **Risk Reduction Making Development Sustainable: the future of disaster risk management**. Geneva, Switzerland: UNISDR. 2015, 352p. Disponível em: [https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015\\_EN.pdf](https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_EN.pdf).

# RESSACAS OCEÂNICAS: PADRÕES E TENDÊNCIAS EM SETORES DA COSTA BRASILEIRA

*Lucí Hidalgo Nunes*

## 1 Introdução

As zonas costeiras são locais de grande suscetibilidade natural, sendo influenciadas por processos oceanográficos, atmosféricos e continentais (SOUZA *et al.*, 2019). Esses ambientes vêm apresentando alteração nos padrões da temperatura e outros parâmetros associados às atividades antropogênicas (CAZENAVE; REMY, 2021), ainda que essas mudanças sejam mais lentas nos oceanos, dada a maior fluidez e profundidade da atmosfera (8-12 km da troposfera contra 4 km dos oceanos), bem como diferenças no calor específico nesses dois ambientes. Tendo por base anomalias de temperatura média global em superfície e oceano entre 1850 e 1900, Rhode (2021) avaliou a evolução desse parâmetro nos dois ambientes entre 1850 e 2020, mostrando que as anomalias têm aumentado consistentemente em ambos, embora de maneira mais rápida nas superfícies.

As ressacas marítimas, ou ondas de tempestade, se colocam como um dos importantes fenômenos que decorrem das trocas entre atmosfera e oceano, tendo grande impacto nas zonas costeiras, inclusive na sua configuração. A ressaca é um aumento temporário do nível do mar a partir da associação de sistemas meteorológicos, como chuvas intensas acompanhadas de ventos fortes decorrentes de frentes e ciclones tropicais ou extratropicais próximo à costa, produzindo ondas acima do normal.

As ressacas podem estar associadas a condições astronômicas específicas, graças à atração gravitacional da lua e do sol sobre a Terra, particularmente forte quando ocorre alinhamento relativo do sol, Terra e lua (lua cheia) ou sol, lua e Terra (lua nova), sendo as maiores amplitudes de variação conhecidas como maré de sizígia. Nessa situação, a elevação do mar na costa faz com que

as ondas tenham maior alcance, já que elas quebram mais próximo da linha de costa com a redução da profundidade.

Os impactos das ressacas podem ser bastante destrutivos, acarretando: mudanças na morfologia costeira, erosão praias com transferência de sedimentos, degradação de barreiras naturais como mangues, e destruição de estruturas urbanas a partir da sobrelevação do nível do mar com galgamento (*overtopping*) das ondas. Os efeitos deletérios das ressacas podem ser muito mais dramáticos se estiverem associados a múltiplos eventos extremos simultâneos (*compound events*, FIELD *et al.* 2012; LAI *et al.*, 2021).

O nível da superfície nos oceanos apresenta notáveis variações espaciais e temporais, que vão de alguns centímetros a milhares de quilômetros, e de alguns segundos a décadas (HARARI *et al.*, 2019). Em escala global, as mudanças no nível médio do mar são causadas por variações no volume de água nas bacias oceânicas devido ao aumento na temperatura da água ou mudanças na massa de água, dadas as trocas com massas de gelo e superfície e depósitos de água subterrânea no continente (CHURCH *et al.*, 2013), sendo que esses eventos estariam sendo mais frequentes em várias partes do mundo (MASSON-DELMOTTE, 2021; LAI *et al.*, 2021).

Também em nível local esses eventos estariam sendo mais recorrentes, estando associados a sistemas sinóticos como os ciclones, furacões, frentes frias, e ventos fortes, sendo resultantes do aumento temporário do nível do mar graças ao avanço da água em direção à costa pela força dos ventos.

O aumento repentino do nível da água provocado pela elevação da maré astronômica e/ou pela maré meteorológica promovem “empilhamento” de água na costa devido à força do vento na superfície do mar pelo efeito de rotação da terra, conhecido como Transporte de Ekman, que reflete o balanço entre a força de atrito devido ao vento na superfície e a força de Coriolis (DOTTORI; CASTRO FILHO, 2021) e que, de acordo com a magnitude, pode causar inundações consideráveis nas áreas costeiras. Aspectos como orientação da costa, intensidade da tempestade, batimetria local e topografia subaquática também influenciam a força da ressaca (MANGOR *et al.*, 2017).



As mudanças climáticas ampliariam a frequência e magnitude dessas ocorrências: em nível global isso ocorreria porque temperaturas mais elevadas promoveriam a expansão da água e o derretimento do gelo, acrescentando maior volume de água aos oceanos. No nível local, mudanças nos ventos e nas correntes oceânicas associadas às intervenções humanas também contribuiriam para alteração nos padrões das ressacas (RAHMSTORF, 2017). Essas mudanças teriam impactos em outros componentes do ambiente, já que eventos de agitação marítima energéticos promovem modificações morfológicas nos ambientes costeiros.

No Brasil, apesar da grande extensão da costa e da concentração de expressiva parcela da população em setores sujeitos a ressacas, faltam informações locais quanto à dinâmica desses eventos, mas alguns estudos indicam aumento de ressacas e erosões costeiras nos últimos anos (SOUZA, 2009; LOSADA *et al.*, 2013; CHOU *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019). Destarte, procurou-se compilar estudos elaborados em algumas cidades costeiras que avaliaram as condições de tempo associadas às ondas de tempestade, bem como os padrões recentes desses eventos, de maneira a comparar as tendências e observar se em anos recentes estaria havendo alteração nesses fenômenos.

## **2 Tendências das ressacas em alguns setores do litoral brasileiro**

Ressacas não são fenômenos recentes no litoral do Brasil: em 1541 um grande evento atingiu a Vila de São Vicente (atual São Vicente, SP), destruindo várias edificações como a Casa da Câmara, a Igreja e o Pelourinho (BARBOSA *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2019). Outros episódios destrutivos ocorreram no local em 1905, 1908, 1914, 1927, 1943 e 1946 (SOUZA *et al.*, 2019). Em março de 1913 a Praia do Flamengo, Rio de Janeiro (RJ) registrou ondas de 10 m. vindas da Baía da Guanabara, que inundaram várias vias e destruíram vários metros do parapeito de granito (LUCENA, 2021).

Nicolodi e Petermann (2010) listaram riscos relacionados às mudanças na costa brasileira, arrolando vários tipos de eventos, entre os quais as ressacas. Em relação a elas, os autores destacaram que toda a costa brasileira apresenta

risco a esses fenômenos, em particular o sul e o sudeste dada a maior energia envolvida na dinâmica dessas regiões.

Apesar de recorrentes e do grande número de cidades costeiras no país, há relativamente poucos estudos que avaliam as condições astronômicas e meteorológicas associadas a esses fenômenos. A seguir são apresentados alguns estudos que avaliaram as características e a recorrência de ondas de tempestades em alguns setores da costa brasileira.

Santos *et al.* (2004) observaram o importante papel das ressacas na remoção de areia em três praias no município de Niterói - RJ, notadamente entre outono e inverno, apontando que o tempo de retorno para episódios mais fortes seria 20 anos. Também para Niterói, Eccard *et al.* (2017) avaliaram alterações rápidas na morfologia associadas a ondas de tempestade em praias do município entre 2013 e 2014. Os autores ressaltaram que a área toda apresenta suscetibilidade a esses episódios e que localmente as respostas são distintas, dadas as diferenças da energia das ondas incidentes ao longo da costa.

Especificamente para o norte fluminense, Souza *et al.* (2015) destacaram que há setores mais protegidos e mais expostos às ondas de tempestade geradas por ciclones majoritariamente provenientes do quadrante SSE, S e SSO, o que faz com que os impactos na costa sejam distintos. Os autores concluem, também, que esses fenômenos são mais comuns entre abril e setembro.

Analisando as ressacas em todo o estado do Rio de Janeiro entre 1948 e 2008, Lima *et al.* (2021) encontraram 141 ocorrências, 11 das quais no semestre outono-inverno, com predominância de ondas no quadrante sul, principalmente de direção SSO. Houve registro de ondas de até 4 metros, mas os autores não observaram influência de nenhuma fase do El Niño – Oscilação Sul (ENOS) no advento do fenômeno. Eles destacaram, ainda, que 61% dos episódios ocorreram na condição de maré de transição, 22% em maré de sizígia e 17% em maré de quadratura.

Um levantamento específico para a Baixada Santista - SP, mostrou que entre 1928 e 2016 houve 238 eventos de ressaca e/ou inundação costeira, sendo que 61,3% dos registros foram após 2000, assinalando clara tendência de aumento em anos recentes, especialmente das ressacas (SOUZA *et al.*, 2019). Em Santos

o processo de erosão costeira e consequente recuo de costa é particularmente agudo na Ponta da Praia, com uma perda de área de 33 mil m<sup>2</sup> entre 1962 e 2014 (RODRIGUES *et al.*, 2021), estando associado não apenas aos eventos oceânicos, mas também às intervenções antrópicas. A Figura 1 ilustra uma dessas ocorrências no município. As dragagens no canal do estuário alteram a morfologia submarina, e com isso ondas cada vez mais fortes alcançam setores praianos urbanizados (GIRELI, *et al.*, 2017).

**Figura 1:** Ressaca em Santos, setembro de 2009



Foto: Ernesto H. Tabuchi

Eguchi e Albino (2021) encontraram 208 episódios de ressaca no estado do Espírito Santo entre 1948 e 2008, e concluíram que a maior parte dos eventos ocorreu entre abril e setembro e associados à passagem de frentes frias. Os autores destacaram, também, que os valores mais altos para todos os parâmetros das ondas de tempestade se deram a partir da combinação do Modo Anular Sul na fase positiva com a fase neutra do ENOS.

Simó e Horn Filho (2004) encontraram 18 ocorrências de ressacas em municípios costeiros de Santa Catarina no período de 1991 a 2001, a maioria entre março e julho. Os eventos estiveram associados a sistemas de baixa pressão

(ciclone extratropical) e frentes frias, com predominância de ventos de sul, sudeste e leste, e maré de sizígia.

Considerando apenas o período de um ano (2006-2007) Parisi *et al.* (2009) encontraram 23 ocorrências fortes de marés meteorológicas na Praia do Cassino - RS, a maioria no semestre outono-inverno e associadas a ciclones extratropicais com fortes ventos de sul, sendo que o evento mais intenso esteve associado à maré de sizígia.

Machado *et al.* (2019) também observaram influência do El Niño nas ondas de tempestades em setores mais ao sul do país. Por sua vez, Lima *et al.* (2020) destacam que a forçante meteorológica (campos de vento e pressão) se constitui no mecanismo dominante no controle da magnitude das ondas de tempestades no sul do Brasil, e destacaram o papel de ciclones e anticiclones para o empilhamento de água perto da costa, o que aumenta a ação das ondas e, conseqüentemente, dos processos erosivos.

Em estudo para Fortaleza – CE, Paula *et al.*, (2015) encontraram 162 registros de ressaca entre 1953 e 2010, e concluíram que os eventos mais fortes na capital cearense se associam a ciclones extratropicais do Atlântico Norte, especialmente nos Açores, e que a partir de 2008 teria havido incremento desses episódios, provavelmente associado ao aumento da urbanização.

Observa-se que os estudos mostram aumento na incidência desses fenômenos e os associam, majoritariamente, a frentes frias e ciclones extratropicais. A intensa ocupação das áreas costeiras faz com que os efeitos das ressacas sejam cada vez mais fortes, fato que pode ser intensificado com a elevação do nível do mar, um dos aspectos mais graves das mudanças climáticas antropogênicas.

### **3 Considerações finais**

As ressacas oceânicas estão entre os processos que associam os sistemas atmosférico, oceânico e antrópico e que impactam fortemente as regiões costeiras. O aumento de suas frequências em todo o mundo assinala a contribuição das mudanças climáticas, já que o aquecimento global de origem

antrópica contribuiria para a elevação do nível do mar, subsidência das áreas costeiras e aumento na frequência e incidência dos ciclones e ventos mais fortes. Tal constatação amplia o desafio de responder efetiva e rapidamente aos seus efeitos devastadores.

No Brasil e em várias regiões costeiras do mundo, a ocupação rápida e muitas vezes fora dos padrões legais contribuiu para alterar ambientes naturais que proviam algum grau de proteção, como manguezais, que absorvem água e energia das ressacas, tornando as áreas costeiras mais abertas e suscetíveis aos efeitos de um processo natural. Sistemas de defesa, como medidas estruturais de contenção (como construção de muros, presentes em vários trechos da costa brasileira) são importantes, mas não eliminam o risco de inundações associadas às ondas de tempestade. Obras de engenharia podem proteger áreas com estruturas relativamente pequenas, mas não são adequadas para uma linha de costa aberta.

É importante ressaltar que as avaliações quanto à tendência e parâmetros que contribuem para o advento das ressacas não são necessariamente transponíveis de um local para outro, já que características bem locais, como formato da costa e força das ondas, faz com que os impactos das ressacas possam ser distintos em sítios próximos. Além disso, ações voltadas a diminuir os impactos das ressacas devem ser ancoradas em avaliações que apontem as tendências nos últimos anos demandando, portanto, mais estudos locais que avaliem a frequência dos episódios, as situações meteorológicas e astronômicas associadas e os impactos.

A proposição de ações em um ambiente em rápida transformação é vital e depende de um acompanhamento contínuo das ressacas. No Brasil, já são muitos os casos de perdas de áreas costeiras: a Ponta da Praia, em Santos (SP), é um exemplo de destaque, tendo em vista que esses eventos impactam as atividades do porto de Santos, o maior do país. Mesmo assim, as ondas de tempestade são ainda pouco lembradas quando se lista os riscos à ocorrência de desastres no Brasil.

## Referências

- BARBOSA, M. V.; DIAS, N. S.; CERQUEIRA, R. M. M. **Santos na formação do Brasil: 500 anos de história**. Santos: Prefeitura Municipal de Santos, 60p., 2000.
- CAZENAVE, A.; RÉMY, F. Sea level and climate: measurements and causes of changes. **WIRES Climate Change**, v.2, n.5, p. 647-662, 2011.
- CHOU, S-C.; MARENGO, J. A.; SILVA, A. J.; LYRA, A. A.; TAVARES, P.; SOUZA, C. R. de G.; HARARI, J.; NUNES, L. H., GRECO, R.; HOSOKAWA, E. K.; ARAGÃO, L. E. O.; ALVES, L. M. Projections of Climate Change in the Coastal Area of Santos. In: **Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options**, NUNES, L.H.; GRECO, R.; MARENGO, J. A. (Eds.) 2019, p. 59-73. 2019.
- CHURCH J. A.; CLARK P. U.; CAZENAVE A.; GREGORY J. M.; JEVREJEVA S.; LEVERMANN A.; MERRIFIELD M. A.; MILNE G. A.; NEREM R. S.; NUNN P. D.; PAYNE A. J.; PFEFFER W. T.; STAMMER D.; UNNIKRISSNAN A. S. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2013. p 1137–1216.
- DOTTORI, M.; CASTRO FILHO, B. M. de Circulação na Plataforma Continental. In: **Noções de Oceanografia**. HARARI, J. (Org.) São Paulo: IO/USP, 2021, p.227-235.
- ECCARD, R.L.; SILVA, A. L. C. da; SILVESTRE, C. P. Variações morfológicas nas praias oceânicas de Niterói (RJ, Brasil) em resposta a incidência de ondas de tempestades. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 1, p. 41-55, 2017.
- EGUCHI, B.; ALBINO, J. Influência dos modos de variabilidade climática sobre eventos de ressacas no litoral sul do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, n. 18, p. 165-183, 2021.

FIELD, C. B.; BARROS, V.; STOCKER, T. F.; QIN, D.; DOKKEN, D. J.; EBI K. L. *et al.* Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. 109–230. In: **IPCC 2012: Changes in Climate Extremes and Their Impacts on the Natural Physical Environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

GIRELI, T. Z.; GARCIA, P. D.; CAMPOS R. M. **Nota Técnica 1:** Proposta de projeto piloto para monitoramento e contenção da erosão na Ponta da Praia – Santos (SP). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Departamento de Recursos Hídricos. Campinas, 2017. 41p.

HARARI, J.; CAMARGO, R. de.; SOUZA, C. R. de G.; NUNES, L. H. Projection and Uncertainties of Sea Level Trends in Baixada Santista. p. 75-95. In: **Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options**. NUNES, L. H.; GRECO, R.; MARENGO, J. A. (Eds.) 2019. 302p.

LAI Y.; LI Q.; LI J.; ZHOU Q.; ZHANG X.; WU G. Evolution of Frequency and Intensity of Concurrent Heavy Precipitation and Storm Surge at the Global Scale: Implications for Compound Floods. **Frontiers in Earth Science**, v. 9, 660359, 17 pp., 2021.

LIMA, A. de S. de; KHALID, A.; MIESSE, T. W.; CASSALHO, F.; FERREIRA, C.; SCHERER, M. E. G.; BONETTI, J. Hydrodynamic and Waves Response during Storm Surges on the Southern Brazilian Coast: A Hindcast Study. **Water**, v.12, 3538, 26pp., 2020.

LIMA, R. de F.; LINS-de-BARROS, F.; CIRANO. M. Análise das Condições Meteoceanográficas em Eventos de Ressaca do Mar no Litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil no Período de 1948 a 2008. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, 41726, 12pp., 2021.

LOSADA, I. J.; REGUERO, B. G.; MÉNDEZ, F. J.; CASTANEDO, S.; ABASCAL, A. J.; MÍNGUEZ, R. Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean. **Global and Planetary Change**, v. 104, p. 35-50, 2013.

LUCENA, F. Conheça a história da maior ressaca do Rio de Janeiro. Ondas de 10 metros de altura inundaram várias ruas da Zona Sul. Diário do rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://diariodorio.com/conheca-a-historia-da-maior-ressaca-do-rio-de-janeiro-2/>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

MACHADO, J. P.; MIRANDA, G. S. B.; GOZZO, L. F.; Custódio, M. de S. Condições Atmosféricas Associadas a Eventos de Ressaca no Litoral Sul e do Sudeste do Brasil durante o El Niño 2015/2016. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 4, p.529-544, 2019.

MANGOR, K.; DRØNEN, N. K.; KÆRGAARD, K. H.; KRISTENSEN, S. E. **Shoreline Management Guidelines**. Hørsholmn, DHI, E-Book, 2017.

MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S. *et al.* (Eds.) **IPCC 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. 2021.

NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Potential vulnerability of the Brazilian coastal zone in its environmental, social, and technological aspects. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 184-204, 2010.

PARISI, C. K.; CALLIARI, C. J.; KRUSCHE, N. Extreme storm surge in the South of Brazil: atmospheric conditions and shore erosion. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 3, p. 175-188, 2009.

PAULA, D. P.; MORAIS, J. O.; FERREIRA, O. Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. P. 173-201. In: **Ressacas do Mar, Temporais e Gestão Costeira**. Paula, D.P., Dias, J. A. (Ed.) Editora Premium, 2015.

RAHMSTORF, S. Rising hazard of storm-surge flooding. **PNAS** v. 114, n. 45, p. 11806–11808, 2017.



RHODE, R. **Global Temperature Report for 2020**. Disponível em: <http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2020/>. Acesso em: 10 de Agosto de 2022.

RODRIGUES, G. G. de S.; TOLEDO, P. von Z.; DE, ARRIAGADA, C. A. H. Estratégias de adaptação frente a ressacas marítimas provenientes de mudanças climáticas: O caso de Ponta da Praia, cidade de Santos – SP. **Cidades Verdes**, v.9. n. 24, 76-93p, 2021.

SANTOS, C. L. dos; SILVA, M. A. M. da; SALVADOR, M. V. C. Dinâmica sazonal e o efeito das ressacas nas praias de Niterói, RJ. **Revista Brasileira de Geociências**, v.34, n.3, p. 355-360, 2004.

SIMÓ, D. H.; HORN FILHO, N. O. Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Gravel**, n.2, p. 93-103, 2004.

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p.17-37, 2009.

SOUZA, T. A.; BULHÕES, E.; AMORIM, I. B. da S. Ondas de tempestade na costa Norte Fluminense. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.6, n.2. p. 10-17, 2015.

SOUZA, C. R. de G.; SOUZA, A. P.; HARARI, J. Long Term Analysis of Meteorological-Oceanographic Extreme Events for the Baixada Santista Region. P.97-134. In: **Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options**, NUNES, L.H.; GRECO, R.; MARENCO, J. A. (Eds.) 2019. 302p.

# A VARIABILIDADE DAS CHUVAS E A COMMODITY SOJA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS-BRASIL), IMPACTOS NA SAFRA 2021/2022

Lorrane Barbosa Alves  
Charlei Aparecido da Silva

## 1 Introdução

Os estudos científicos trazem consigo uma complexidade que vão além de hipóteses, métodos e técnicas, revelam o desconhecido e oferecem instrumentos que transformam o meio em benefício aos indivíduos. Esses instrumentos são utilizados em diversos setores socioeconômicos e socioambientais, visam auxiliar na compreensão das relações e interações dos objetos a serem estudados, que, no presente trabalho, compreende as possíveis relações da variabilidade pluvial com a produção e produtividade da *commodity* soja, tendo como unidade de estudo o município de Dourados, localizado no estado de Mato Grosso do Sul.

Com o intuito em evidenciar tal contexto, se debruçou, em um primeiro momento, em evidenciar, por meio de revisões bibliográficas, as principais massas de ar que definem as condições climáticas na área de estudo, uma condição essencial para compreender a dinâmica pluvial, tendo como base a proposta de classificação de Zavattini (1992; 2009).

Buscou-se relacionar e correlacionar as características climáticas da área com aspectos da produção e da produtividade da *commodity* soja, produto de grande importância econômica no município, no estado e no país, com participação relevante no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Tal variável (soja) é designada uma *commodity* por ser exportada em seu estado bruto ou “com pequeno grau de industrialização, de qualidade quase uniforme, produzidos em grandes quantidades e por diferentes produtores” (LAMOSO, 2011, p. 38).

Ao trabalhar com o avanço desta monocultura é necessário compreender a relevância da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e o investimento estatal para a implantação e implementação desta monocultura em diversas partes do Brasil, sendo na região Centro-Oeste, especialmente no bioma Cerrado, a maior concentração das áreas de produção atualmente.

Foi a partir de investimentos públicos em pesquisa e tecnologia que as cultivares foram adaptadas as condições climáticas presentes no Cerrado, daí a importância em entender o clima, as variáveis climáticas, como a variabilidade pluvial, consideradas um insumo da produção.

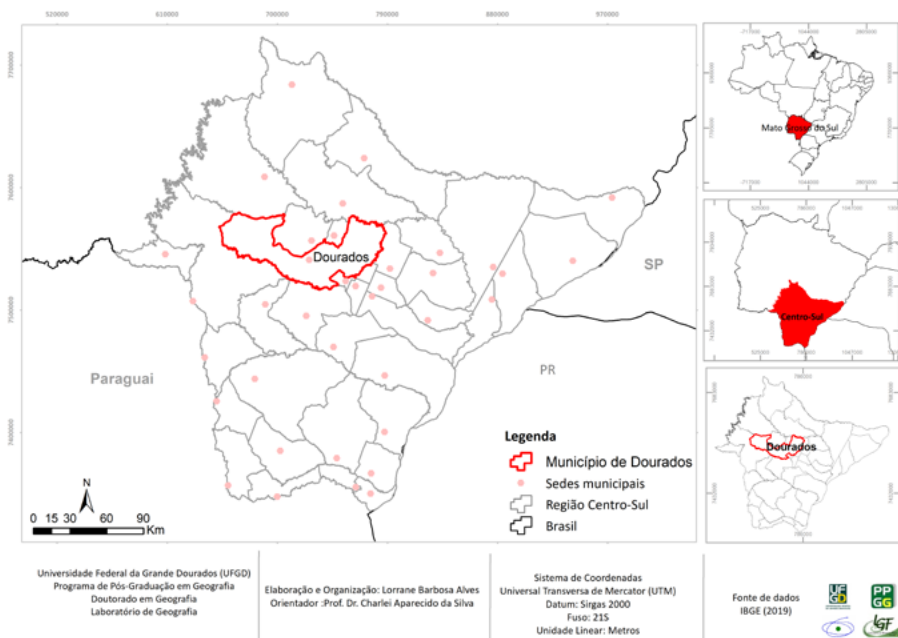
A condição pluvial é fator preponderante nas relações e produções no campo, visto ser um elemento fundamental em algumas etapas do ciclo produtivo da soja, considerada, então, uma cultura de verão.

O início do processo produtivo, no geral, ocorre no final da primavera e início de verão, ou seja, períodos sazonais em que são registrados os maiores acumulados de chuvas em condições habituais. Esse ciclo pluvial é muito bem marcado no Mato Grosso do Sul, em que se observa uma íntima relação entre a sazonalidade do ciclo das chuvas e o processo de plantio e colheita dessa cultura.

Notada a relevância da água, no ciclo produtivo desta *commodity* e a sua importância no setor econômico no estado e no país, é que decidiu-se avaliar suas relações e interações, lançando-se a hipótese da influência das dinâmicas pluviais na produção e produtividade da monocultura de soja no município de Dourados, tendo como referência a safra 2021-2022.

A escolha de Dourados (Figura 1) se deve a sua importância regional, por estar localizado em uma área de transição climática e, por ser no estado um município de grande significância na produção de soja (BEREZUK *et al.*, 2017).

**Figura 1:** Localização da área de estudo



Fonte: IBGE (2019). Elaboração: os autores (2022)

Em Dourados, a área destinada a produção de soja na safra 2019/2020 alcançou 44,31% de sua dimensão territorial, representando o quarto município que mais produziu, ficando atrás de Maracaju, Sidrolândia e Ponta Porã.

Dentro desta perspectiva, qualquer oscilação deste produto no mercado, tanto positivo quanto negativamente, impacta no PIB nacional, estadual e municipal, a exemplificar a safra 2018/2019, que, de acordo com Mato Grosso do Sul (2021, p. 17) foi uma das responsáveis pela retração econômica, que correspondeu a

de - 0.53%, com quedas tanto nos índices de volume como no de preços, derrubando o valor agregado dessas cadeias produtivas e, por consequência, anulando os ganhos verificados em outras atividades econômicas (MATO GROSSO DO SUL, 2021, p. 17).

Ao avaliar a safra 2020/2021 do município, é possível constatar uma quantidade de 627.000 toneladas de soja em 190.000 hectare de área plantada (IBGE, 2022). Para tanto, ao analisar o aumento de área plantada e sua respectiva quantidade produzida na safra 2021/2022, observou-se um aumento de 21,2% de área plantada, contudo, apenas um aumento de 13,5% de quantidade produzida, o que resultou em uma redução de - 6,4% no rendimento da produção (IBGE, 2022; APROSOJA, 2022).

Diante de tal retração, este estudo objetivou explicitar a influência da variabilidade pluvial na produção e produtividade da cultura de soja no município de Dourados/MS na safra 2021/2022, por um viés qualitativo e geográfico. Este tipo de abordagem nos parece essencial por contribuir em estudos que se dedicam em compreender o clima e suas relações socioambientais.

## **2 As características climáticas**

Na literatura é possível encontrar autores que desenvolveram trabalhos que visavam sintetizar a atuação das massas de ar em escala global e no território brasileiro, de modo a caracterizar e analisar sua frequência, formulação de unidades climáticas, dentre outros objetivos. No caso do Mato Grosso do Sul, tomando como base a Climatologia Geográfica, a ideia de ritmo e de gênese, a obra de maior importância neste estudo é a de Zavattini (1992; 2009).

Há outros estudos cujos objetivos visam compreender o clima e sua relação com a sociedade, essencialmente na escala regional, como citado por Soares (2018), Schneider e Silva (2014); Santos, Silva e Schneider (2011). Esses estudos permitem apontar as características climáticas da região de Dourados, a fim de identificar as principais massas de ar que influenciam na dinâmica pluvial, pois sabe-se que:

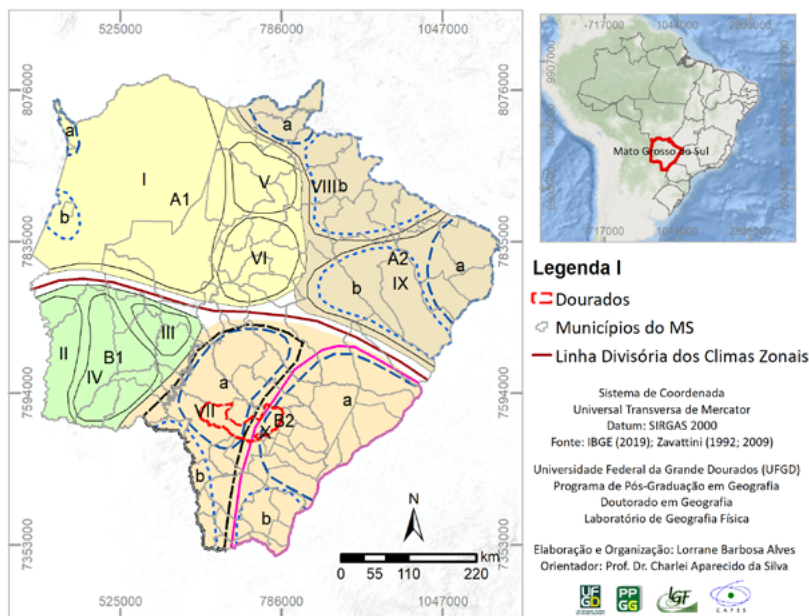
para se entender o clima local de uma cidade, é necessário entender quais as massas de ar atuam sobre ela, qual a sazonalidade dessas massas e de que forma influenciam na produção dos tipos de tempo. (SCHNEIDER; SILVA, 2014, p.3)

Dentre os estudos, decidiu-se trabalhar com a proposta de classificação de Zavattini (1992; 2009), visto ser aquela que permite compreender as características do clima sob o ponto de vista de sua gênese e de forma sazonal. Soma-se, o fato de permitir a identificação da área de transição e de influência das massas de ar, como se observa na Figura 2.

O município de Dourados está situado na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, em uma zona de transição, com atuação equilibrada das massas tropicais e polares, como retratado por Zavattini (1992; 2009). De acordo com Santos, Silva e Schneider,

a alternância dessas massas sazonalmente dá a região características muito peculiares e diferentes daquelas encontradas nas demais áreas do Estado e de todo o Centro-Oeste. As chuvas, por exemplo, são distribuídas ao longo do ano, os períodos chuvosos e secos são muito bem marcados. (SANTOS; SILVA; SCHNEIDER, 2011, p. 91-92)

**Figura 2:** Síntese climática de Zavattini (1992)



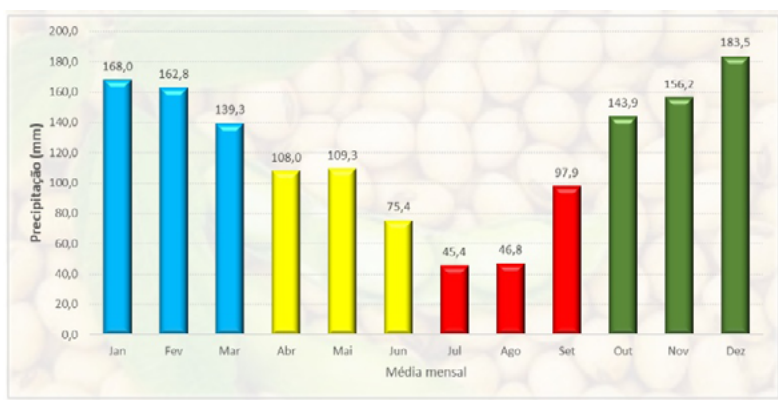
Climas Zonais	Climas Regionais	Feições Climáticas Individualizadas nos Climas Regionais conforme a Morfologia e a Pluviometria						
		Pantanal	Região de Aquidauana e Miranda	Planalto da Bodoquena	Bacia Superior dos Fios Taquari e Coxim	Planalto Divisor	Bordas do Planalto Central	Planalto Arenito-Basáltico Alto Paraná
A Condições por Massas Equatoriais e Tropicais	Climas Tropicais Alternadamente Secos e Úmidos Clima de Monte Tropical de Montanha Úmido Equatorial (T <sub>h</sub> U) e Cálido Equatorial Úmido (T <sub>h</sub> U) e Cálido Equatorial Úmido (T <sub>h</sub> U)	A1	I Centro do Amolar b Morrairia do Urucum			V Vale do Coxim Alto Taquari	VI Norte	
		A2					VIII a Serra do Calçoio (Serra Prata) b Serra do Calçoio (Serra das Antilhas)	IX Norte a Região de Paratiólicas, Condições de Paratiólicas e do Grande b Vales de Rio Verde e Baixo Sucuma
B Condições por Massas Tropicais e Polares	Climas Sub-Tropicais Úmidos Clima de Monte Tropical de Montanha Úmido Equatorial (T <sub>h</sub> U) e Cálido Equatorial Úmido (T <sub>h</sub> U) e Cálido Equatorial Úmido (T <sub>h</sub> U)	B1	II Sul	III Médios Vales de Aquidauana e Miranda	IV Planalto da Bodoquena		VII Centro-Sul a Serra de Maracaju b Serra do Amambai	X Centro-Sul Porção Central a Vales do Itirama e Paríto b Vales do Itirama e Paríto c Vales do Itirama e Paríto d Vales do Itirama e Paríto
		B2						

Ainda de acordo Zavattini (1992; 2009), a média pluvial da região que está situado Dourados varia de 1500 a 1700mm anuais, em que algumas ocasiões podem ultrapassar 2.000 mm, com chuvas de outono-inverno variando entre 400/450 mm. A estação mais chuvosa é a primavera, a qual supera os valores de verão, com médias de 483,6 mm e 470 mm, respectivamente. Segundo Santos, Silva e Schneider,

nas estações primavera e verão do Mato Grosso do Sul, os ritmos climáticos são bem estabelecidos pelas dinâmicas de circulação, pois as temperaturas são elevadas e de intenso calor, conseqüentemente sendo também elevadas as precipitações pluviométricas, havendo assim torrenciais precipitações no período dessas estações. (SANTOS; SILVA; SCHNEIDER, 2011, p. 85)

Neste contexto, ao analisar a dinâmica pluvial da área de estudo no período que corresponde de 1980 a 2019 (Figura 3), a partir de um banco de dados híbrido, foi possível constatar que a média dos meses com os maiores acumulados foram janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, com destaque para dezembro, correspondendo a maior média da série histórica, isto é, 183,5 mm, meses estes que coincidem com os meses agrícolas da monocultura *Glycine max*.

**Figura 3:** Média mensal de 1980 a 2019



Fonte: ANA (2019); EMBRAPA (2019); CEMTEC (2022) Organização: Autores (2022)

### 3 Das etapas metodológicas à construção do conhecimento

Os dados pluviais foram base nas pesquisas dos autores supracitados, revelando as características climáticas da área, contudo, tais dados são primordiais, também, em estudos relacionados ao planejamento agrícola



e urbano, gestão de recursos hídricos, na prevenção de desastres naturais, na produção de energia, dentre outros setores no âmbito socioambiental e socioeconômico.

Os dados pluviiais são adquiridos por meio de satélites e radares meteorológicos, estação meteorológica de superfície, dentre outras fontes, expondo, a partir de uma análise temporal, as características pluviiais e os principais sistemas atmosféricos atuantes.

É válido salientar que o elemento chuva é apenas um dos elementos climáticos que contribui para as classificações climáticas, sendo utilizados, também, a temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos, radiação solar, tipo e quantidade de nuvens, dentre outros. A partir dos dados dispostos por estes elementos climáticos torna-se possível elaborar projetos que contribuam na organização territorial.

Neste estudo, os dados pluviiais foram adquiridos por meio da estação meteorológica de superfície (automática), disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a partir do sistema de monitoramento agroclimático, o Guia Clima. A escala temporal trabalhada foi a diária, enfatizando os acumulados dos meses que compõem o calendário agrícola da safra 2021/2022, isto é, de setembro de 2021 a abril de 2022.

Com o intuito de aprofundar a caracterização da dinâmica pluvial da área de estudo, em uma escala temporal de 1980 a 2019, estruturou-se um banco de dados, caracterizado híbrido, como explicitado por Zavattini e Boin (2013), por ser composto por dados de várias instituições, como a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS - CEMTEC e Agência Nacional de Águas - ANA. Para tanto, é válido salientar que ao estruturar tal banco de dados, atentou-se em selecionar estações situadas no mesmo município e em condições climáticas semelhantes.

Em se tratando dos dados de produção e produtividade de soja da safra 2021/2022, estes foram obtidos a partir do documento publicado pela Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso do Sul (APROSOJA). Contudo, a fim de explicitar o processo de evolução de área plantada e do rendimento da soja no município de Dourados e do estado de Mato Grosso do Sul, utilizou-se os dados

disponibilizados pelo Conselho Nacional de Abastecimento (CONAB) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da plataforma de Recuperação Automática – SIDRA.

Os bancos de dados de ambas as variáveis foram organizados em planilha eletrônica, o que facilita o manuseio e a integração destes ao analisa-los. Para finalizar, com o intuito de relacionar a variável chuva com a variável soja, seguiu-se a análise qualitativa proposta por Almeida (2005 *apud* ELY; ALMEIDA; SANT’ANNA NETO, 2003, p. 500), em que a interação se deu por meio de reportagens noticiadas pela imprensa local.

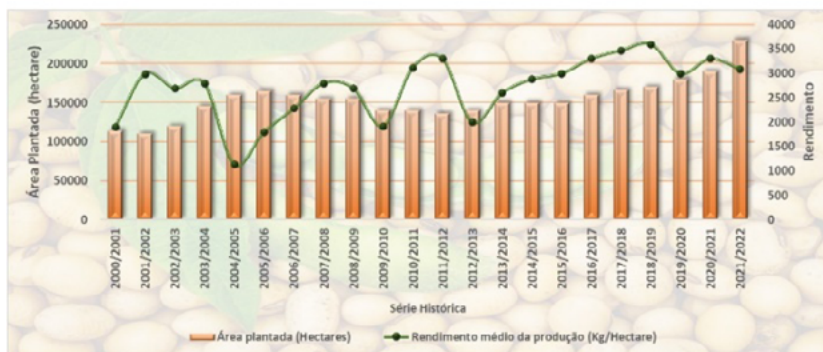
#### **4 A dinâmica das chuvas e a sua relação com a dinâmica da commodity soja no município de Dourados**

A monocultura de soja vem se destacando no mercado internacional e, conseqüentemente, no estado de Mato Grosso do Sul, por conta de sua versatilidade, “podendo ser usada como alimento, cosméticos, produto terapêutico, fonte para biocombustíveis, além de outros usos não convencionais” (EMBRAPA, 2018, p. 15).

Ao avaliar os dados do Conselho Nacional de Abastecimento (CONAB), observou-se que o Mato Grosso do Sul, a nível nacional, foi o terceiro estado com maior área plantada na safra 1979/1980, que correspondeu a 9% de ocupação da área total do país, todavia, na safra 2019/2020 ocupou o quinto lugar no *ranking*, o que equivaleu a 8,2%, ficando atrás de Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás. Na série histórica entre as safras 1979/1980 a 2019/2020 houve um aumento de área plantada no estado de Mato Grosso do Sul de 280,8%.

Em Dourados, ao verificar as duas últimas década, como explicitado na Figura 4, foi possível notar um crescimento de 102% de área plantada entre as safras 2000/2001 e 2021/2022 e um aumento de 63% no rendimento, oscilando ao longo dos anos, não apresentando um crescimento linear.

**Figura 4:** Evolução de área plantada e a produtividade no município de Dourados/MS



Fonte: IBGE (2020); APROSOJA (2022). Organização: Autores (2022)

A partir da safra 2013/2014 verifica-se um crescimento constante, contudo, na safra 2019/2020 e 2021/2022 houve uma retração no rendimento de - 17% e -6,4%, respectivamente, e um crescimento na área plantada de 6% e 21,2%, quando comparados as safras 2018-2019/2019-2020 e 2020-2021/2021-2022. De acordo com Ely, Almeida de Sant’Anna Neto (2003, p. 504), “em geral, é no rendimento que se expressam os desvios da produção provocados por fatores econômicos ou climáticos”.

Mesmo frente a esta redução, Dourados/MS representou 5,9% da produção total da safra 2021/2022 e o quinto maior produtor (APROSOJA, 2022) no estado.

É sabido que a soja é uma cultura que necessita de água em algumas etapas do seu ciclo, como já explicitado, e, frente aos fatos narrados por alguns veículos de informação (Quadro 1), essa redução do rendimento da safra 2021/2022 é justificado pela ausência de chuva.

Ao examinar os dados pluviiais da estação meteorológica de Dourados, notou-se que dos 242 dias que compõem os meses agrícolas, 190 dias (78,5%) expressaram ausência de chuvas ou abaixo de 1,9 mm. No que se refere aos acumulados mais expressivos, apenas 6,6% dos dias choveram acima de 20 mm.

**Quadro 1:** Notícias sobre o impacto negativo da ausência de chuva na safra 2021/2022

<b>Veículo</b>	<b>Título da notícia</b>	<b>Data de publicação</b>
<i>Canal rural</i>	Lavoura de soja em Dourados (MS) terão perdas expressivas	04/01/2022
<i>Dourados News</i>	Perdas na safra de soja chegam a 1 milhão de toneladas em MS	20/01/2022
<i>Dourados Agora</i>	Seca histórica quebra 50% da safra de soja em Dourados; prejuízos de R\$ 1,1 bi.	11/02/2022
<i>Udop – Energia que Inova</i>	MS: estiagem provocou queda de 34,6% no volume estimado da soja, que fechou em 8,6 milhões de toneladas.	24/04/2022
<i>Capital New Dourados</i>	Estiagem provoca queda na produção de soja no Estado	27/04/2022
<i>Campo Grande News</i>	Safra de soja frustrada gera perda na economia de MS e preocupa produtores	28/04/2022
<i>APROSOJA</i>	Estiagem na safra de soja 2021/2022 no estado de Mato Grosso do Sul	2022

Organização: Autores (2022)

Segundo Fendrich (2003, p.44), Ferreira (2006, p.33) e Carmello (2013, p.61), todo o estágio de desenvolvimento da cultura de soja necessita em média de “450 a 800 mm dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo” e que “a disponibilidade de água para esta cultura é importante, principalmente na germinação-emergência e floração enchimento dos grãos” (FERREIRA, 2006, p. 33).

Reforçando tal colocação, a Aprosoja (2022) alegou que o estágio responsável pela baixa produção na região sul de Mato Grosso do Sul foi o reprodutivo, que

desde o florescimento ao enchimento de grão, a seca causada nesses períodos é irreversível, onde atua diretamente na reserva nutricional do grão (lipídios, carboidratos e proteínas). (APROSOJA, 2022, p. 9)

Ao observar o Quadro 2 foi possível verificar que os meses agrícolas explicitaram um acumulado acima da necessidade média, isto é, 957,4 mm de chuva, contudo, os meses considerados essenciais para a cultura (dezembro, janeiro e fevereiro) apresentaram um acumulado de 67,7 mm, 56,0 mm e 39,6 mm, respectivamente, evidenciando apenas 17,1% das chuvas dos meses em estudo.

De acordo com Fietz *et al.* (2017, p. 22) “os maiores valores de precipitação ocorrem nos meses de primavera (outubro e novembro) e verão (dezembro a março), sendo dezembro o mês mais chuvoso”, para tanto, houve um declínio das chuvas a partir de novembro, persistindo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A Aprosoja (2022), alegou que

esses valores abaixo da média histórica foram devidos à atuação de massas de ar seco e quente, associadas a um bloqueio atmosférico que favoreceu os dias mais quentes e secos no estado. Além disso, também, teve a atuação da La Niña, que é um fenômeno oceânico-atmosférico de resfriamento das águas do Pacífico, e por consequência, gera mudanças nos padrões de precipitação, favorecendo chuvas abaixo da média climatológica no sul/sudeste do estado. (APROSOJA, 2022, p. 6)

Já os meses de outubro e março manifestaram acumulados acima de 250 mm, com isso, 56,6% das chuvas se concentraram em ambos os meses. Para tanto, é válido salientar que estes acumulados não representaram tanta significância no processo produtivo, pois os estágios das plantas estavam no início e no final, respectivamente, não contribuindo no estágio de desenvolvimento e enchimento do grão.

**Quadro 2:** (1) Valores dos acumulados pluviométricos (mm) e (2) Porcentagem dos acumulados pluviométricos (mm) diários dos meses agrícolas da estação automática de Dourados/MS

(1)

Meses Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	% DO ACUMULADO	
Set	0	0	0	0	3,1	0	0	0	2,5	0,3	1,9	0	0	1,6	0	39,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	49,4	5,2	
Out	15,3	7,6	0,7	9,3	0	0	27,5	0,1	40,2	49,3	0	0	0	36,8	26	0,3	0,9	1	0	0	0	0	27,4	10,3	0	0	0	0,2	0	8,5	0	261,4	27,4	
Nov	0	0	0	0	4	0,1	0	0	0	14,2	0	0	0	0	1,5	2,6	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	18,4	4,8	0	0	47,2	5	
Dez	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,6	1,2	25	3,3	0	17,2	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0	0	0	7	0,1	67,7	7,1	
Jan	0	0	0	0	5,8	0	29,8	0	0,1	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	1,2	0	0	1,7	0,2	0,4	0,2	0	0	56	5,9	
Fev	0	0	8,3	0	3,1	2	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0,2	0,1	0,2	0	1,8	0	0	0	0	0	0	5,7	0,5	0	13,8	-	-	-	39,6	4,1
Mar	67,4	0,2	0,2	0	0	0,4	0,3	0	0	36,7	61	0,8	9,3	0	0	0	0	7,8	0,3	0,1	0	13,3	0,2	10,1	49,4	0	0	0	2,5	0,1	18,7	278,8	29,2	
Abr	3,6	0,4	0,3	0	0	0	0	8,4	0	0	9,6	25,2	48,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	54,1	0	0	0	0	0	0	0	154,3	16,1	
<b>TOTAL ACUMULADO</b>																																	<b>954,4</b>	<b>100</b>

(2)

Meses Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
Set	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,6	3,8	0,0	0,0	3,2	0,0	80,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Out	5,9	2,9	0,3	3,6	0,0	0,0	10,5	0,0	15,4	18,9	0,0	0,0	0,0	14,1	9,9	0,1	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	3,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	3,3	0,0	100,0
Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,2	0,0	0,0	0,0	30,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	5,5	0,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	39,0	10,2	0,0	100,0
Dez	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	1,8	36,9	4,9	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	10,3	0,1	100,0
Jan	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	53,2	0,0	0,2	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	3,0	0,4	0,7	0,4	0,0	0,0	100,0
Fev	0,0	0,0	21,0	0,0	7,8	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,5	0,3	0,5	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	1,3	0,0	34,8	-	-	100,0
Mar	24,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	13,2	21,9	0,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,1	0,0	0,0	4,8	0,1	3,6	17,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	6,7	100,0
Abr	2,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	6,2	16,3	31,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Legenda

	2021
	2022

Fonte: EMBRAPA (2022). Organização: Autores (2022)

Ao comparar as médias pluviiais, em uma análise temporal de 1980 a 2019, com os acumulados dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (D-J-F) da safra 2021/2022, compreende-se as condições pluviiais atípicas do período, pois as médias foram 183,5 mm, 168 mm e 162,8 mm, respectivamente, e os acumulados dos meses em questão não ultrapassaram 68mm.

Com o intuito de reforçar a relevância pluvial na monocultura de soja, traz-se novamente para a discussão o Figura 4, onde é possível constatar que o maior rendimento das duas últimas décadas foi a safra foi 2018/2019. Assim, os acumulados do trimestre D-J-F foram, respectivamente, de acordo com o banco de dados híbrido, 92 mm, 262 mm e 242,7 mm, ou seja, 36%, 368% e 513% de chuva a mais do que a safra 2021/2022.

Dentro desta perspectiva, constatou-se uma distribuição irregular das chuvas ao longo dos dias no município de Dourados/MS na safra em estudo, condição que vai ao encontro daquilo preconizado por Ely, Almeida e Sant'Anna Neto, isto é

que quando sob o efeito do fenômeno *La Niña*, como o ocorrido no hemisfério sul entre os anos de 1998 a 2001, a agricultura de verão praticada em todo centro-sul do país fica mais vulnerável às irregularidades da precipitação, afetando de algum modo todas as lavouras cultivadas neste período. (ELY; ALMEIDA; SANT'ANNA NETO, 2003, p. 506)

Esse cenário de vulnerabilidade da produção de soja no município de Dourados na safra 2021-22 frente a variabilidade das chuvas se evidencia ainda mais quando constatamos a repercussão e seu significa econômicos e sociais junto aos órgãos e secretarias oficiais do estado e nas empresas que tem a produção de como mote principal de atuação (Figura 5).

**Figura 5:** Repercussão e impactos sociais e econômicos na produção de soja, safra 2021-2022



Organização: Autores (2022)

Frente ao explicitado, é notório a necessidade em se compreender a dinâmica dos elementos que influenciam no processo produtivo da soja, em especial a precipitação pluvial, a qual pode provocar impactos significativos no espaço agrário, tanto pela sua ausência quanto pelo excedente, principalmente para os produtores que possuem baixo índice tecnológico, além de primordial nos processos fisiológicos e bioquímicos da planta da soja.

## 5 Considerações finais

Encontra-se na literatura inúmeras discussões que visam compreender a variabilidade das chuvas e sua relação com o rendimento e a produção de soja, o que viabiliza a obtenção de informações que vão além de um inventário ou diagnóstico, isto é, que transformam-nas em vantagens, sendo direcionadas, como aponta Sentelhas e Monteiro (2008), ao planejamento dos cultivos, tomadas de decisão, melhor momento para execução de diferentes práticas agrícolas e maior capacidade para enfrentar condições meteorológicas adversas.



De modo geral, as condições climáticas de Dourados/MS são bem definidas, com primavera/verão chuvosos e outono/inverno secos, fatores estes que beneficiam a implementação da cultura de soja na região. Para tanto, “no caso de haver flutuações extremas, para mais ou para menos, dizemos que se trata de uma anomalia climática” (SOARES, 2018, p.107-108).

Estas anomalias, segundo Angelocci e Sentelhas (2010), estão normalmente associadas a um fator causal, os quais podem ter várias origens, tendo como exemplo os fenômenos de El Niño e La Niña, onde este último fenômeno foi o responsável pela “quebra” no rendimento da safra 2021/2022, como apontado pela Aprosoja (2022).

Na perspectiva de trabalhar com variáveis qualitativas, decidiu-se abordar a visão da imprensa local. Neste contexto, buscou-se incorporar a descrição dos fatos e correlacioná-los com os dados dos acumulados pluviométricos e com os dados da produção/produzibilidade de soja.

Em suma, as reportagens descrevem o quanto a estiagem se mostrou prejudicial no contexto econômico, visto a matéria-prima em estudo manifestar relevância significativa na balança comercial a nível federal, estadual e municipal.

Frente a este contexto, é válido salientar que a monocultura de soja acarreta profundas transformações socioeconômicas e socioambientais, trazendo consigo benefícios e malefícios. Para tanto, o cenário atual se mostra preocupante, com a urgente necessidade em diversificar a implantação de outras monoculturas a fim de não tornar a economia nacional, estadual e municipal refém das intempéries climáticas e do mercado internacional.

## **Agradecimento**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado a primeira autora junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas**. Brasília, s/d. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 22 ago. 2022.

AGÊNCIA SAFRAS. **Lavouras de soja de Dourados (MS) terão perdas expressivas**. [S.l], 04 jan. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/lavouras-de-soja-de-dourados-ms-terao-perdas-expressivas/>. Acesso em: 21 ago. 2022.

ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Variabilidade, tendência, anomalia e mudança climática**. Material didático de uso na disciplina LCE 306 – Meteorologia Agrícola. Departamento de Engenharia de Biosistemas: ESALQ/USP, 2010.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DE MATO GROSSO DO SUL (APROSOJA). **Estiagem na safra de soja 2021/2022 no estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande/MS, 2022. Disponível em: [https://www.semagro.ms.gov.br/wpcontent/uploads/2022/01/SOJA-SAFRA-2021-2022-ESTIAGEM-EM-MATO-GROSSO-DO-SUL-\\_01-a-18-DE-JANEIRO.pdf](https://www.semagro.ms.gov.br/wpcontent/uploads/2022/01/SOJA-SAFRA-2021-2022-ESTIAGEM-EM-MATO-GROSSO-DO-SUL-_01-a-18-DE-JANEIRO.pdf). Acesso em: 26 ago. 2022.

BEREZUK, A. G. ; SILVA, C. A. da ; LAMOSO, L. P. ; SCHNEIDER, H. Climate and Production: The Case of the Administrative Region of Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Climate*, v. 5, p. 49, 2017.

CARMELLO, Vinícius. **Análise da variabilidade das chuvas e sua relação com a produtividade da soja na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

CENTRO DE MONITORAMENTO DO TEMPO E DO CLIMA DE MS (CEMTEC). **Banco de dados**. Campo Grande/MS, 2022. Disponível em: <https://www.cemtec.ms.gov.br/bancodedados/>. Acesso em: 26 ago. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Séries históricas de safras**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>. Acesso em: 07 ago. 2022.

ELY, D. F.; ALMEIDA, I. R. de; SANT' ANNA NETO, J. L. Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas. **Geografia**, Londrina, v.12, n. 1, p.495 – 508, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). **Embrapa Soja: inovação, tecnologia, resultados**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). **Guia Clima**. Dourados: Empresa Agropecuária Oeste, 2022. Disponível em: [https://clima.cpao.embrapa.br/?lc=site/banco-dados/base\\_dados](https://clima.cpao.embrapa.br/?lc=site/banco-dados/base_dados). Acesso em: 20 ago. 2022.

FEITOSA, L. Safra de soja frustrada gera perdas na economia de MS e preocupa produtores. **CAMPO GRANDE NEWS**, CAMPO GRANDE, 28 abr. 2022. Lado Rural. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/lado-rural/safra-de-soja-frustrada-gera-perdas-na-economia-de-ms-e-preocupa-produtores>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FENDRICH, R. Chuva e produtividade da soja na fazenda experimental Gralha Azul da PUCPR. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 37-46, 2003.

FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

FIETZ, C. R. *et al.* **O Clima da Região de Dourados, MS**. 3. ed. rev. e atual. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, [s.i], 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>. Acesso em: 15 ago. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. [S.i], 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

LAMOSO, L. P. Produtividade Espacial e Commodity, Mato Grosso do Sul-Brasil. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 17, n. 21, p. 33-47, 2011.

MATO GROSSO DO SUL. **Produto Interno Bruto Estadual (2010-2019)**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar. Superintendência de Indústria, Comércio e Turismo (SEMAGRO), Campo Grande, 2021.

MS: Estiagem provocou queda de 34,6% no volume estimado da soja, que fechou em 8,6 milhões de toneladas. **União Nacional da Bioenergia**, Araçatuba/SP, 27 abr. 2022. Diversos. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/04/27/ms-estiagem-provocou-queda-de-34-6-no-volume-estimado-da-soja-que-fechou-em-8-6-milhoes-de-toneladas.html>. Acesso em: 20 ago. 2022.

NUNES, C. Seca histórica quebra 50% da safra de soja em Dourados; prejuízo de R\$ 1,1 bi. **Dourados Agora**, Dourados, 11 fev. 2022. Disponível em: <https://www.douradosagora.com.br/2022/02/11/seca-historica-quebra-50-da-safra-de-soja-em-dourados-prejuizo-de-r-11-bi/n>. Acesso em: 21 ago. 2022.

Perdas na safra de soja chegam a 1 milhão de toneladas em MS. **Dourados News**, Dourados, 20 jan. 2022. Rural. Disponível em: <https://www.douradosnews.com.br/noticias/cidades/perdas-na-safra-de-soja-chegam-a-1-milhao-de-toneladas-em-ms/1174985/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A. da; SCHNEIDER, H. As características do clima de Dourados (MS) e suas conexões com os sistemas atmosféricos regionais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, n.9, p.80-93, 2011.

SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. da. As características do clima de Dourados (MS) e adjacências a partir da série histórica de 1980 a 2009. **Revista Geografares**, Vitória, n. 16, p. 01-21, 2014.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Agrometeorologia dos cultivos: informações para uma agricultura sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. v. 1, Brasília: INMET, 2009. p. 4-13.

SOARES, N. K. de C. **O regime e a variabilidade das chuvas na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, a expansão da cana-de-açúcar e o cenário das mudanças climáticas globais**. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

TREFZGER, E. Estiagem provoca queda na produção de soja no Estado. **Capital News Dourados**, Dourados, 27 abr. 2022. Rural. Disponível em: <https://dourados.capitalnews.com.br/rural/estiagem-provoca-queda-na-producao-de-soja-no-estado/370816>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista à regionalização climática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

ZAVATTINI, J. A. Dinâmica Climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 65-91, 1992.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: Teoria e Prática De Pesquisa**. Campinas: Alínea, 2013. 150p.

# IMPACTOS DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA AGRICULTURA DE SEQUEIRO NO MUNICÍPIO DE DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO, CEARÁ

*Flavio Medeiros Pinheiro  
João Luís Sampaio Olímpio*

## **1 O clima semiárido e a agricultura de sequeiro: breves considerações**

A observação dos fenômenos climáticos foi determinante para apropriação dos recursos naturais essenciais ao desenvolvimento das sociedades. Com efeito, os conhecimentos resultantes possibilitaram o aprimoramento técnico, tecnológico e científico necessário ao crescimento das populações no decorrer da história e, em consequência, na organização do espaço (SANT'ANNA-NETO, 2011). E, em muitos casos, o uso desses saberes foram fatores de fomento ao desenvolvimento social e econômico.

Não obstante, os climas da zona tropical possuem especial interesse porque ocupam aproximadamente 50% da superfície do planeta e neles vivem cerca 70% da população mundial (BARRY; CHORLEY, 2013). Grosso modo, nessa região as precipitações são o elemento meteorológico de destaque, em virtude da sua abundância, o que reflete em domínios climáticos úmidos e superúmidos.

Todavia, no interior da zona climática tropical existem áreas de exceção, onde as precipitações podem ser escassas, concentradas em poucos meses e/ou com período chuvoso irregular. Esse é o caso do domínio climático semiárido do nordeste do Brasil.

Historicamente, o semiárido brasileiro é conhecido pela rusticidade das condições naturais e pelas fragilidades dos sistemas sociais e econômicos (GOMES, ZANELLA, OLIVEIRA, 2017; OLÍMPIO; COSTA; ZANELLA, 2015). Assim, se por um lado, a região apresenta um curto período chuvoso, elevada variabilidade

interanual das chuvas e alto déficit hídrico anual (ZANELLA, 2014), por outro, abriga uma população de aproximadamente 30 milhões de pessoas, que ocupam 86% da região Nordeste do Brasil, transformando-a na região seca mais populosa do planeta (MARENGO, 2008). Essa conjuntura ocasiona um estado permanente de risco de escassez hídrica, resultando em impactos potenciais sobre o abastecimento humano, na dessedentação animal e na produtividade agrícola. Em paralelo, faltam mecanismos que possam sanar tais problemáticas.

Atualmente, a região semiárida oficial conta com 1.427 municípios, que em conjunto ocupam 15,5% do território brasileiro (BRASIL, 2021b)<sup>7</sup>. Nesse espaço geográfico, as secas e as estiagens são os eventos naturais que mais comumente geram adversidades (OLÍMPIO, 2017). Estima-se que entre 1995 e 2019, a região Nordeste sofreu um prejuízo de R\$ 90,89 bilhões, concentrados nas atividades da agricultura, pecuária e no abastecimento de água (BANCO MUNDIAL; UFSC, 2020).

Evidentemente, a agricultura é a atividade mais sensível à redução das precipitações, uma vez que o desenvolvimento das lavouras tem uma forte necessidade de acesso os recursos hídricos. Contudo, é ainda mais frágil em sistema de sequeiro, ou seja, aqueles que não adotam métodos de irrigação natural ou artificial (RODRIGUES, 2016; SANTOS *et al.*, 2011). Segundo o Censo Agropecuário de 2017, no Brasil apenas 9,9% dos estabelecimentos agropecuários utilizam algum método de irrigação, incluído plantios em vazantes. Na região semiárida, 10,9% dos estabelecimentos são irrigados. Desta forma, os demais produtores são mais dependentes da qualidade do período chuvoso, o que tende a tornar seu investimento mais vulnerável e põe em risco a seguridade econômica das famílias do campo. De fato, entre as propriedades com produção familiar, esses valores caem para 9,7% no Brasil e 10,4% no semiárido (BRASIL, 2022).

---

7 É importante destacar que o semiárido mencionado no parágrafo corresponde a área administrativa de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e que, anteriormente era conhecida como “polígono das secas”. A SUDENE tem a finalidade de fomentar a realização de projetos de desenvolvimento no semiárido brasileiro. Desde 2021, o semiárido abarca municípios de todos os estados nordestinos, além de municípios dos estados sudestinos de Minas Gerais e do Espírito Santo.

De maneira geral, o processo produtivo na agricultura familiar se dá por meio do trabalho de pequenos agricultores com a terra e, tem o intuito de obter o seu sustento e comercializar o excedente nos mercados locais (SCHNEIDER; NIEDERLE, 2008). Desta forma, a agricultura de sequeiro tem relevância para a segurança alimentar e na ocupação dos trabalhadores do campo, sobretudo nos municípios que tem mais de 50% da população vivendo no meio rural (PEREIRA, 2018).

Contudo, há diversas limitações ao pleno desenvolvimento da agricultura familiar, que passam desde as restrições de aquisição de terras produtivas, políticas de incentivo à aquisição de capitais, acesso aos seguros, endividamento, capacitação técnica e implantação de estruturas de armazenamento e distribuição de água, bem como a sua inserção da lógica de produção capitalista.

A agricultura de subsistência no semiárido, de maneira geral, se mantém rudimentar em virtude da limitada incorporação de conhecimento técnico que poderia aumentar a eficiência (PEREIRA, 2018) e melhorar a sua adaptação às secas. Por exemplo, apenas 7,4% dos agricultores do Nordeste receberam assistência técnica, enquanto na região Sudeste esse número era de 48,6% (BRASIL, 2022).

Essa soma de fatores gera, frequentemente, danos severos sobre as famílias e municípios, a exemplo da perda da safra, do aumento do desemprego rural, da falta de água para consumo e das migrações campo-cidade (ZANELLA, 2014). Portanto, os efeitos gerados nos períodos de déficit hídrico são corriqueiros e favorecem manutenção da pobreza (PINHEIRO; SILVA; PONTES, 2020).

Em maior ou menor nível, a realidade descrita está presente em todos os municípios do semiárido. Contudo, nessa investigação selecionamos o município de Deputado Irapuan Pinheiro, que está localizado no semiárido do estado do Ceará. A escolha se justifica pela importância da produção agrícola de sequeiro para a economia local e pelas condições socioeconômicas da população, especialmente à rural, diante os estresses motivados pela escassez hídrica.

Os resultados do estudo de Olímpio (2017) sobre os desastres ocasionados por secas na região Nordeste do Brasil também corroboram com a escolha da área de estudo. Isto porque dos onze anos pesquisados pelo autor (2003-2014),



apenas em três anos (2004, 2010 e 2011), o município de Deputado Irapuan Pinheiro não registrou ocorrência de desastres motivados por escassez hídrica.

A maioria da produção do município é proveniente da agricultura familiar, a qual não possui os capitais necessários para promover a melhoria da produtividade das terras, ficando, assim, à mercê da qualidade da quadra chuvosa. Por isso, quando os totais pluviométricos ficam abaixo do habitual, ou quando há irregularidades dentro do período chuvoso, esses agricultores podem sofrer perdas acima da sua capacidade de suportar (PINHEIRO, 2022).

Diante dessa problemática buscou-se responder à seguinte pergunta: Como a produção agrícola é afetada pelas variabilidades pluviométricas inter e intra-anual?

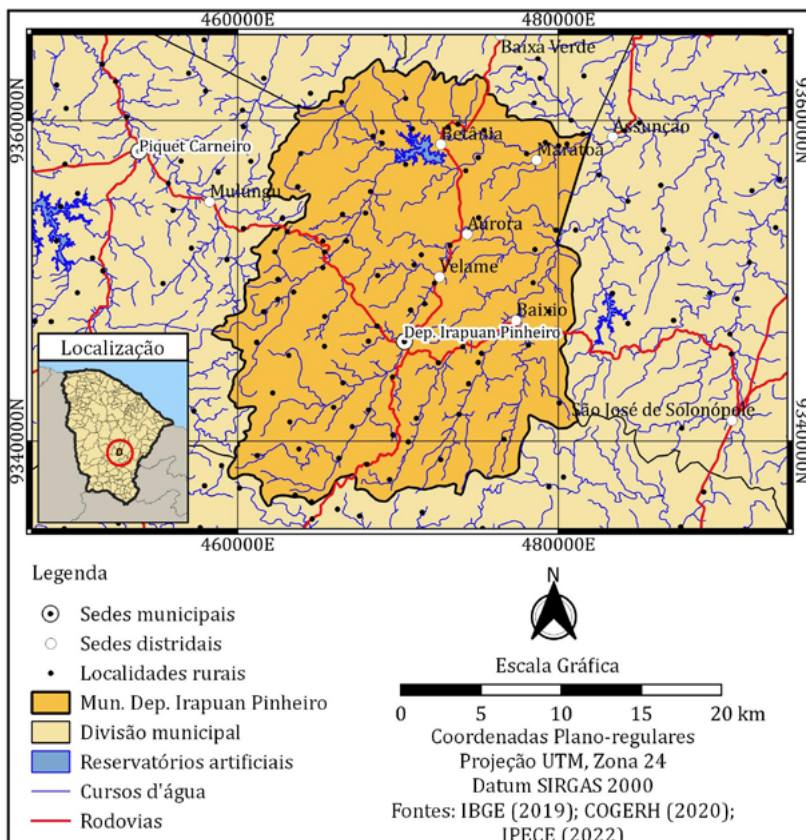
Essa pesquisa se justifica pela necessidade de investigações que analisem as relações entre a pluviosidade e a dependência da agricultura familiar no semiárido brasileiro, a partir das problemáticas específicas do município selecionado para o estudo. A partir dessas considerações, a hipótese do trabalho é que a produção agrícola do município é significativamente sensível à variabilidade pluviométrica, o que pode ocasionar severos impactos socioeconômicos na população.

Assim, a presente pesquisa objetiva analisar as relações entre a variabilidade pluviométrica e a produção agrícola de sequeiro do município de Deputado Irapuan Pinheiro, com destaque para os cultivos de milho e feijão. Para tanto, foi definido o recorte temporal de 2008 a 2019, período em que possui dados de produção agrícola disponíveis.

## **2 Aspectos socioambientais da área de estudo**

O município de Deputado Irapuan Pinheiro está situado no estado do Ceará, a uma distância de 326 km da capital estadual, Fortaleza (Figura 1). A sua área ocupa 470,4 km<sup>2</sup> (CEARÁ, 2017).

**Figura 1:** Mapa de localização do município de Deputado Irapuan Pinheiro



Fonte: Pinheiro (2022)

A principal atividade econômica do município é a agropecuária, principalmente dos cultivos de milho e feijão. Na pecuária se destaca a criação bovina para a produção de leite. No terceiro setor predomina o comércio varejista. A atividade industrial é pouco expressiva (CEARÁ, 2017).

Com respeito à produção de riquezas, 12,0% do Produto Interno Bruto (PIB) é oriundo do setor agropecuário, 2,0% do industrial, 22,5% dos serviços, 60,2% do funcionalismo público e das aposentadorias e 3,3% dos impostos. O Índice de Desenvolvimento Humano, em 2010, era de 0,609, estando abaixo no nível nacional (0,724) (BRASIL, 2021a).

Sua população no último censo, realizado em 2010, era de 9.095 habitantes, sendo que 54,6% da população vivia no meio rural (BRASIL, 2021a). Também existem 1.594 estabelecimentos agropecuários que fornecem ocupação para 4.129 pessoas (BRASIL, 2022).

Ao considerar a participação do setor agropecuário no PIB e na ocupação da força de trabalho, bem como a proporção da população rural, evidencia-se uma maior vulnerabilidade das famílias rurais às irregularidades das chuvas. Além disso, a dependência econômica dos recursos oriundos do setor público, especialmente da previdência, também é um indicador de vulnerabilidade econômica.

Outro indicador da vulnerabilidade da população rural é a seguridade do trabalho. Em 2016, dos 442 empregos formais registrados no município, nenhum foi gerado nas atividades agropecuárias (CEARÁ, 2017). Com isso, os trabalhadores rurais não têm acesso aos mecanismos de proteção social, como o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), as indenizações, as férias remuneradas, os auxílios transporte e alimentação. Assim, os produtores rurais dependem exclusivamente da produção da terra, o que em períodos de dificuldades, como em anos de secas, ocasionam prejuízos que diminuem a sua capacidade de lidar com as adversidades.

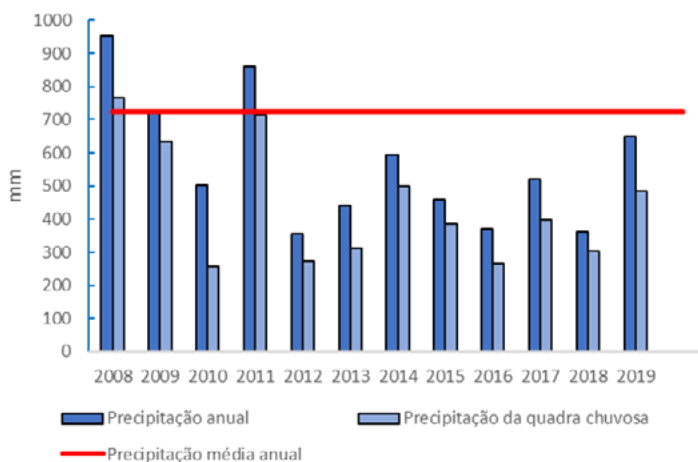
O clima local é classificado como tropical quente semiárido, apresentando um período chuvoso concentrado nos meses de fevereiro a maio. A média pluviométrica anual é de 723,6 mm, com temperaturas médias mensais entre 26° e 28°C e a evapotranspiração média anual é de 1.926,36 mm (CEARÁ, 2017, 2021a). Os principais sistemas atmosféricos que causam instabilidades são: Zona de Convergência Intertropical, Vórtices Ciclônico de Altos Níveis e Complexos Convectivos de Mesoescala (FERREIRA; MELLO, 2005; ZANELLA, 2014).

Com relação às águas subterrâneas, as reservas hídricas são restritas em quantidade e qualidade (salinidade), tendo em vista o domínio dos aquíferos fissurais em rochas cristalinas. Contudo, são importantes para o abastecimento da região em períodos de seca (VASCONCELOS; FEITOSA; COLARES, 1998; BRASIL, 2021c).

### 3 A influência da distribuição das chuvas na produção agrícola do município

A Figura 2 apresenta a distribuição das precipitações anuais e da quadra chuvosa para a série histórica de 2008 a 2019 e o total anual médio (1974-2021) da área de estudo. Os valores demonstram uma irregularidade interanual das precipitações, mas com predomínio de anos com chuvas escassas recentemente.

**Figura 2:** Precipitações anuais e da quadra chuvosa



Fonte: Pinheiro (2022) baseado em dados da FUNCEME (CEARÁ, 2021a). Posto pluviométrico Deputado Irapuan Pinheiro

Ao comparar os totais pluviométricos anuais com as classes quantílicas calculadas por Monteiro (2011) para a região pluviométrica homogênea onde está inserido o município (Sertão Central e Inhamus), é possível observar que nenhum dos anos estudados atingiu a classe “muito chuvoso” e apenas dois anos (2008 e 2011) podem ser considerados como anos “chuvosos”. Enquanto, um ano (2017) pode ser considerado “seco” e outros seis (2010, 2012, 2013, 2015, 2016 e 2018) foram “muito secos”. Os acumulados dos anos de 2009, 2014 e 2019 são classificados como normais.

Ao observar a série histórica completa do posto pluviométrico (1974-2021), nota-se que o panorama de oscilações acentuadas ocorre de maneira periódica. Assim, foram anos “muito secos”: 1976, 1983, 1988, 1993, 1998, 2010, 2012-2013, 2015-2016, 2018 e 2020-2021. Com destaque para 1988 com 325,4 mm, 2012 com apenas 355,0 mm e 2018 com 362,0 mm. Além disso, o período de 2012 a 2021 tem se caracterizado por anos de poucas chuvas. Marengo, Cunha e Alves (2016, p. 5) afirmam que “a seca de 2012- 2015 é considerada a pior nas últimas décadas, e tem se mostrado devastadora para os setores agrícola, pecuária, produtores industriais” do Nordeste do Brasil.

Além disso, o comportamento das precipitações ao longo da estação chuvosa também pode ser bastante variável (Tabela 1). Por exemplo, em 2008, 2010, 2017 e 2019 as chuvas foram mais expressivas na pré-estação (janeiro) em relação a alguns meses da quadra chuvosa. Por outro lado, nos meses de fevereiro de 2009, 2010, 2013 e 2016 as precipitações foram bastante reduzidas.

**Tabela 1:** Precipitações das pré-estações e das quadras chuvosas, em milímetros

<b>Anos</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>Mai.</b>
Média	77,4	119,9	186,0	172,3	85,8
2008	166	78	251	282	156
2009	75	15	162	326	131
2010	214	0	64	178	15
2011	140	148	90	224	250
2012	84	161	88	9	13
2013	0	45	75	88	103
2014	71	97	159	138	105
2015	0	178	171	21	15
2016	64	13	180	53	21
2017	117	105	98	107	89
2018	35	87	124	51	42
2019	153	170	231	76	8

Fonte: Pinheiro (2022) baseado em dados da FUNCEME (CEARÁ, 2021a)

Em 2012, as precipitações da pré-estação e o início da quadra chuvosa (fevereiro) foram acima das médias e nos meses seguintes caíram expressivamente. O mesmo ocorre nos meses de março de 2010-2013, de abril de 2012, 2015-2016, 2018-2019 e de maio de 2010, 2012, 2015-2016, 2018 e 2019. Essas situações podem ocasionar perdas das safras devido, por exemplo, a interrupção do desenvolvimento dos cultivos ou em virtude de plantios antecipados.

No município de Deputado Irapuan Pinheiro a produção agrícola é realizada por pequenos produtores que se dedicam as culturas temporárias, realizadas apenas durante a estação chuvosa. A tabela 2 apresenta a produção agrícola, por cultivo, durante os anos pesquisados.

**Tabela 2:** Produção agrícola anual do município, em toneladas

Ano	Milho	Feijão	Arroz	Algodão	Cana-de-açúcar	Mamona	Girassol
2008	4.390	1.534	1.045	111	32	62	1
2009	2.176	1.176	747	130	30	70	2
2010	895	237	121	19	-	6	1
2011	2.772	1.295	818	153	-	57	4
2012	313	107	-	12	-	6	-
2013	888	270	-	34	-	6	-
2014	2.339	1.030	-	2	3.000	2	-
2015	392	540	-	-	2.000	-	-
2016	412	168	-	-	1.000	-	-
2017	1.180	238	-	-	2.200	-	-
2018	294	63	-	-	2.090	-	-
2019	371	90	5	-	2.750	-	-

Fonte: Pinheiro (2022) baseado em dados do IPECE (CEARÁ, 2021b)

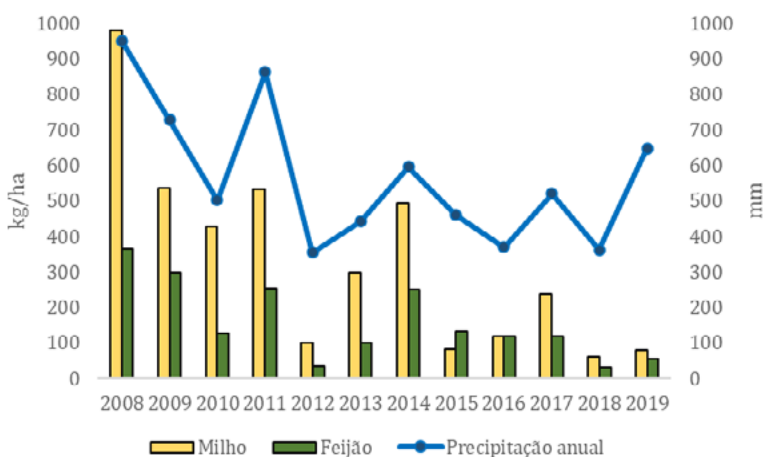
As culturas de milho e de feijão correspondem a 41,4% e a 17,0%, respectivamente, do total de toneladas colhidas, além de serem cultivados ininterruptamente. Outras culturas possuem uma produção pequena e, em vários anos não são plantadas devido a fatores como os preços de mercado ou o receio de investir perante as possibilidades de perdas. Já a colheita de cana-de-açúcar

cresceu nos últimos anos, mostrando uma tentativa de diversificação, uma vez que está relacionada à produção de forragem para consumo do gado bovino.

Com relação ao rendimento das lavouras de milho e feijão, os piores resultados estão nos anos de 2010, 2012, 2013 e no período de 2015 a 2019, os quais estão relacionados aos impactos do estresse hídrico (Figura 3).

Já em 2019, o acumulado de chuvas foi maior, mas o rendimento menor. Esse ano ilustra a variabilidade ao longo da quadra chuvosa. As maiores precipitações ocorreram nos meses de janeiro a março, caindo de intensidade nos dois últimos meses da quadra chuvosa, justamente, no período em que ocorre o enchimento das espigas de milho.

**Figura 3:** Produtividade das lavouras de milho e feijão



Fonte: elaborado pelos autores com base em dados do IPECE (CEARÁ, 2021b) e FUNCEME (CEARÁ, 2021a)

Essa situação é denominada de veranicos, os quais são episódios de dias consecutivos sem precipitações ou secos no interior do período chuvoso (MARENGO, 2008; RODRIGUES, 2016). Assim, o estresse hídrico interrompe o ciclo de desenvolvimento das culturas, ocasionando perdas na produção (BERGAMASCHI *et al.*, 2004). Popularmente, esse fenômeno é conhecido como “seca agrícola” (ROCHA *et al.*, 2020). A Tabela 3 apresenta a quantidade de

veranicos ao longo do período estudado, considerando a ocorrência de, pelo menos, cinco dias consecutivos sem chuvas (RODRIGUEZ, 2016).

**Tabela 3:** Quantidade e duração dos veranicos

Ano	Fev.	Dias	Mar.	Dias	Abr.	Dias	Mai.	Dias
2008	2	12/11	0	0	3	6/6/5	1	11
2009	1	22	2	5/12	1	6	1	9
2010	1	28	2	17/5	3	5/5/7	1	28
2011	2	9/7	1	22	1	8	2	7/11
2012	2	16/8	1	15	2	17/12	2	9/21
2013	2	11/9	2	18/6	1	16	2	8/16
2014	2	8/7	2	5/9	1	10	1	22
2015	2	13/5	1	11	2	8/17	1	28
2016	1	25	2	17/9	1	15	2	5/22
2017	2	16/7	1	17	3	7/9/7	2	5/19
2018	2	10/7	1	24	2	6/18	2	9/17
2019	2	7/5	1	13	2	15/9	1	30

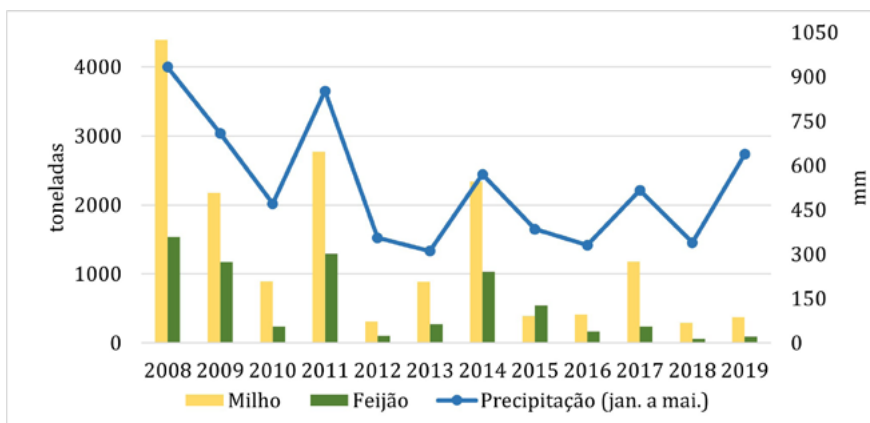
Fonte: Pinheiro (2022) baseado em dados da FUNCEME (CEARÁ, 2021a)

Os anos de 2010, 2012, 2013, 2016, 2017 e 2018 registraram mais de 70% dos dias com veranicos e, conseqüentemente, baixo rendimento das lavouras de milho e feijão. Além disso, veranicos longos (mais de 15 dias) são muito frequentes.

A Figura 4 apresenta a relação entre precipitações anuais e a quantidade de milho e feijão colhidos. É observado que os frequentes anos secos têm reduzido o volume produzido. Por outro lado, os dois únicos anos chuvoso (2008 e 2011) resultaram nas melhores colheitas.



**Figura 4:** Relação entre a produção agrícola e as precipitações

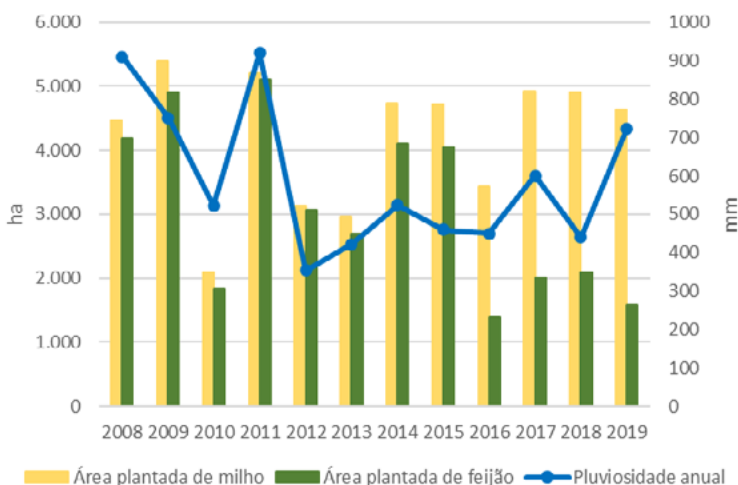


Fonte: Pinheiro (2022) baseado em dados da FUNCEME (CEARÁ, 2021a) e do IPECE (CEARÁ, 2021b)

O ano de 2014, apesar de apresentar um acumulado de 595 mm, obteve uma produção melhor do que 2019, que registrou 648 mm. Isso pode ser explicado por que em 2019 ocorreu uma maior variação pluviométrica, com destaque para a diminuição na chuva nos meses finais da quadra chuvosa.

A Figura 5 exhibe a evolução temporal das áreas plantadas com milho e feijão. Com efeito, os anos secos seguidos têm motivado o desinteresse dos agricultores pela lavoura de feijão. Vale ressaltar, que este grão faz parte da base da alimentação brasileira. E sua menor produção, tende a aumentar os preços, afetando o orçamento das famílias e, em casos graves, a segurança alimentar.

**Figura 5:** Áreas plantadas de milho e feijão e pluviosidade anual



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da FUNCEME (CEARÁ, 2021a) e do IPECE (CEARÁ, 2021b)

Neste sentido, pode-se identificar como a variabilidade inter e intra-anual das chuvas impacta a agricultura de sequeiro, operada pelo trabalho familiar. Há, desta forma, uma demanda por mecanismos que possibilitem acesso aos recursos técnicos e financeiros que permitam tornar essa atividade mais rentável e segura para os trabalhadores do campo, refletindo em melhores condições de bem-estar.

## 4 Considerações finais

No semiárido do Brasil, os episódios periódicos de secas deixaram rastros marcantes na história de vida das populações do campo. Além da variabilidade das chuvas, se somam fatores que condicionam a estrutura fundiária e os sistemas de produção agrícola. O contexto político-institucional é marcado por uma história de enfrentamento das crises já implantadas e por poucos incentivos para uma adaptação do agricultor ao semiárido.

Diante dos resultados da pesquisa, pode-se observar que nos anos recentes houve um predomínio de anos secos e muito secos, os quais refletiram em perdas econômicas dos agricultores e, potencialmente no agravamento das condições sociais das famílias. Outro fator agravante é a irregularidade das precipitações dentro de cada mês da quadra chuvosa, uma vez que os veranicos podem colocar em risco os investimentos realizados.

Os efeitos gerados pela escassez de água sobre os pequenos produtores rurais podem colocá-los em níveis de maior vulnerabilidade. Assim, é necessário reorientar os sistemas produtivos locais, objetivando a adaptação à irregularidade natural das chuvas da região semiárida.

## Referências

BANCO MUNDIAL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019**. Banco Mundial. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Florianópolis: FAPEU, 2020.

BARRY, R. G; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

BERGAMASCHI, H. DALMAGO, G. A; BERGONCI, J. I; BIANCHI, C. A. M; MULLER, A. G; COMIRAN, F. HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos#caracteristicas-estabelecimentos>. Acesso em: 27 de ago. de 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. 2021a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/deputado-irapuan-pinhoiro/panorama>. Acesso em: 16 de nov. de 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA)**. 2021b. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 de nov. de 2021.

BRASIL. Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021. Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico [...]. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623>. Acesso em: 27 de ago. 2022.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). **Postos Pluviométricos**. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=2694](http://www.funceme.br/?page_id=2694). Acesso em: 02 de dez. de 2021a.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **Perfil municipal**. 2017. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Deputado\\_Irapuan\\_Pinheiro\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Deputado_Irapuan_Pinheiro_2017.pdf). Acesso em: 16 de nov. de 2021b.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **IPECEDATA**. 2021b. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 16 de nov. de 2021c.

FERREIRA, A. G; MELO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista brasileira de climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

GOMES, R. C; ZANELLA, M. E; OLIVEIRA, V. P. V. Análise das características climáticas do município de Tauá-CE/Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 83-98, 2017.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008.

MARENGO, J. A; CUNHA, A. P; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

MONTEIRO, J. B. **Chover, mas chover de mansinho**: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará. 2011, 198f. 2011. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do risco de desastres naturais**: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil. 2017. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLÍMPIO, J. L. S; COSTA, M. C. L; ZANELLA, M. E. Desastres naturais associados à dinâmica climática e à formação do território cearense. **Ateliê Geográfico**, v. 9, n. 3, p. 176-202, 2015. <https://doi.org/10.5216/ag.v9i3.30762>.

PEREIRA, G. R. Correlação entre as secas e as perdas na agricultura de sequeiro no semiárido nordestino. **Anais CONADIS...** Campina Grande: Realize Editora, 2018.

PINHEIRO, F. M. **Variabilidade pluviométrica e sua influência na produção agrícola de sequeiro no município de Deputado Irapuan Pinheiro - CE**. 2022. 57f. Disponível em: [biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo\\_sophia=105210](http://biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo_sophia=105210). Acesso em: 3 de set. de 2022.

PINHEIRO, F. M; SILVA, F. T. R; PONTES, E. T. M. Segurança hídrica e convivência com o semiárido: estudo de caso na comunidade sítio Ipueiras em Irapuan Pinheiro – Ceará. In: LIMA, E. C; BARBOSA, F. E. L; GUIMARÃES, L. S. **RECURSOS HÍDRICOS, BARRAGENS E TECNOLOGIAS SOCIAIS**. 1. ed. Sobral: PROEX/UVA, 2020.

ROCHA, T. B. C; VASCONCELOS-JR, F. C; SILVEIRA, C. S; MARTINS, E. S. P. R; SILVA, R. F. V. Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro.

**Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 435-447, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-7786353005>.

RODRIGUES, I. B. **Análise dos veranicos e vulnerabilidade à produção de milho e feijão nos Inhamuns-CE**. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 119-132, 2011. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v16i1.12158>.

SANTOS, R. S; COSTA, L. C; SEDIYAMA, G. C; LEAL, B. G; OLIVEIRA, R. A; JUSTINO, F. B. Avaliação da relação seca/produktividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 313-321, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000200014>.

SCHNEIDER, S; NIEDERLE, P. A. Agricultura familiar e teoria social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 989-1014, 2008.

VASCONCELOS, A. M; FEITOSA, F. A. C; COLARES, J. Q. S. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará**: diagnóstico do município de Deputado Irapuan Pinheiro. CPRM, 1998.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.

# SOBRE OS ORGANIZADORES

## **Marcelo de Oliveira Moura**

Licenciado e bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFC. Professor Associado do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba (DGEOC-UFPB). Coordenador do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB. Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPB. Professor colaborador do Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional (PROFGEO) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pesquisador do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Vice-presidente da Associação Brasileira de Climatologia (ABCLima), gestão 2021 - 2023. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em climatologia geográfica e ensino de geografia. E-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br

## **Camila Cunico**

Licenciada e bacharela em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutora e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR. Professora Adjunta do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba (DGEOC-UFPB). Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPB. Líder do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Integrante do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em planejamento ambiental territorial, ordenamento territorial, riscos ambientais e vulnerabilidade socioambiental. E-mail: camila.cunico@academico.ufpb.br

## **Daisy Beserra Lucena**

Bacharela em Meteorologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Meteorologia pelo Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFPB. Doutora em Meteorologia pelo Programa de Pós-Graduação em Meteorologia

da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora Associada do Departamento de Geociências (DGEOC -UFPB). Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPB. Vice-líder do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Integrante do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB. Tem experiência na área de Climatologia, com ênfase em interação oceano/atmosfera, climatologia regional, climatologia do Semiárido brasileiro, eventos climáticos extremos e métodos e técnicas estatísticas em climatologia.  
E-mail: daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br



# SOBRE OS AUTORES

## Allan Yu Iwama

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Doutor em Ambiente e Sociedade pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Professor visitante pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Coordenador do Grupo de Pesquisa GEADAPTA, vinculado ao Projeto CoAdapta Litoral. Participa do Laboratório de Ciência Cidadã da ULagos; CindaLab - Ciência Aberta e Inovação Cidadã do IBCIT-UFRJ e membro da Rede de Educação para Redução de Riscos e Desastres do Litoral Norte de São Paulo (REDE ERRD-LN).

E-mail: [allan.iwama@dse.ufpb.br](mailto:allan.iwama@dse.ufpb.br)

## Antônia Carlos da Silva

Graduada em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Regional do Cariri (URCA). Coordenadora do Laboratório de Ensino de Geografia (LEG) da URCA. Líder do Grupo de Estudo e Trabalho em Ensino de Geografia (GESTEGEO) da URCA. Membro do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB. Pesquisadora do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Tem experiência na área de Geografia atuando principalmente nos seguintes temas: educação geográfica, formação de professores, cartografia escolar, livro didático e avaliação.

E-mail: [antonia.carlos@urca.br](mailto:antonia.carlos@urca.br)

### **Ayobami Badiru Moreira**

Graduada em Geoprocessamento pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pesquisadora do Grupo de Engenharia Geotécnica de Desastres e Planícies (GEGEP) da UFPE e do Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos (TROPOCLIMA) da UFPE. Tem experiência acadêmica e profissional em climatologia, análise espacial e energias renováveis, com ênfase na modelagem de fenômenos urbanos, análise de vulnerabilidade e mudanças climáticas.

E-mail: ayobami.moreira@ufpe.br

### **Charlei Aparecido da Silva**

Bacharel e licenciado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Doutor em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestre em Geociências pela UNESP de Rio Claro. Realizou pós-doutoramento na UNESP de Presidente Prudente, no curso de Geografia, em 2014. Docente e pesquisador do Curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Coordenador do Laboratório de Geografia Física (LGF-NEEF) da UFGD. Consultor ad hoc de agências de fomento. Diretor Científico da Associação Brasileira de Climatologia (ABClima). Parecerista de periódicos científicos nacionais e internacionais. Desenvolve e orienta pesquisas na área da Geografia Física, com ênfase em climatologia geográfica e dinâmicas territoriais.

E-mail: charleisilva@ufgd.edu.br

### **Cristiana Coutinho Duarte**

Bacharela em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE. Foi professora do Curso de Geografia da Universidade de Pernambuco (UPE) - Campus Garanhuns e Coordenadora Setorial de Extensão dessa mesma Instituição. Atualmente é Professora Adjunta do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. Coordenadora do Curso de Bacharelado em Geografia da

UFPE. Coordenadora do Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos (TROPOCLIMA) da UFPE. Pesquisadora do Grupo de Engenharia Geotécnica de Desastres e Planícies (GEGEP) da UFPE. Atua em projetos na área de modelagem ambiental aplicado a redução de risco de desastres e na área de climatologia geográfica (clima urbano), com experiência em Sistema de Informações Geográficas (SIG), sensoriamento remoto, climatologia e modelagem ambiental.

E-mail: cristiana.durte@ufpe.br

### **Daniel Augusto Procópio Costa Bastos**

Graduando do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Integrante do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB e do Grupo de Estudos Geográficos sobre Estado, Mercado e Produção do Espaço (GEMPE) da UFPB. Tem experiência na área de Geografia, com foco em análise crítica de planejamento urbano e riscos ambientais.

E-mail: danielpcbastos@yahoo.com.br

### **Débora Olivato**

Graduada em Jornalismo pela Faculdade Cásper Líbero e Licenciada em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da USP. Pesquisadora bolsista do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas em Desastres Naturais (CEMADEN/MCTI), no Programa Cemaden Educação: Rede de Escolas e Comunidades na Prevenção de Riscos de Desastres, desde 2015. Participou de diversos projetos na área de educação ambiental. Fundadora e participante da Rede de Educação para Redução de Riscos e Desastres do Litoral Norte de São Paulo (REDE ERRD-LN) e participante da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.

E-mail: debora.olivato@gmail.com

## **Dennis Patrício de Araújo Alexandre**

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Integrante do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Possui experiência na área de geoprocessamento, suscetibilidade ambiental, vulnerabilidade socioambiental e análises laboratoriais físico-química da água.

E-mail: alexandre1dennis@gmail.com

## **Flavio Medeiros Pinheiro**

Licenciado em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Professor do ensino básico da Prefeitura de Deputado Irapuan Pinheiro - CE. Pesquisador do Laboratório de Estudos sobre Espaço, Cultura e Política (LECgeo) do IFCE, Núcleo de Quixadá. Tem interesse nas áreas de clima e produção agrícola e convivência com o semiárido.

E-mail: flaviomedeiros1993@gmail.com

## **George Luiz Pereira Santos**

Graduação em Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar (EsFAO-CBMERJ) e graduação em Economia pela Universidade Federal do Acre (UFAC). Doutorando em Ciências do Ambiente (PPGCIAMB/UFT). Coronel da Reserva Remunerada do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Acre. Mestre em Desenvolvimento Regional pela Ufac. Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais (CAECD/MDR). Curso Superior de Bombeiro Militar (ESCBM/CBMERJ). Especialista em Planejamento e Gestão em Defesa Civil (UFSC). Especialista em Gestão Estratégica de Segurança Pública (UNINORTE). Foi Coordenador Municipal de Defesa Civil da Cidade de Rio Branco/Acre de 2013 a 2020. Membro do Grupo de Apoio a Desastres (GADE) da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/MDR). Consultor em Proteção e Defesa Civil (Gestão de riscos e gestão de desastres).

E-mail: georgeacre@gmail.com

## **João Luís Sampaio Olímpio**

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós - Graduação em Geografia da UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Líder do Grupo de Pesquisa do Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação (NIGEO) do IFCE. Tem interesse nos temas: riscos e desastres naturais, vulnerabilidade, impactos hidrometeorológicos, semiárido e geodiversidade.

E-mail: joao.olimpio@ifce.edu.br

## **Lorrane Barbosa Alves**

Bacharela e licenciada em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Pontal. Doutoranda e Mestra em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Pesquisadora associada ao Laboratório de Geografia Física (LGF-NEEF) da UFGD. Professora do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Campus de Jardim. Parecerista de periódicos científicos nacionais. Desenvolve pesquisas na área da Geografia Física, com ênfase em climatologia geográfica, geoestatística, recursos hídricos e dinâmicas territoriais.

E-mail: lorrane.geo@gmail.com

## **Lucas Barbosa e Souza**

Bacharel e licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Doutor e Mestre em Geografia (Análise da Informação Espacial) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Rio Claro. Pós-doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professor Titular da Universidade Federal do Tocantins (UFT) desde 2004, onde atua junto ao Curso de Geografia (Campus de Porto Nacional) e aos Programas de Pós-Graduação em Geografia (Campus de Porto Nacional) e em Ciências do Ambiente (Campus de Palmas). Desenvolve pesquisas nas áreas de climatologia geográfica, percepção ambiental e implicações ambientais do agronegócio sobre o Cerrado.

E-mail: lbsgeo@uft.edu.br

## **Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley**

Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutor e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE. Professor do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Atua principalmente nos temas de climatologia geográfica, climatologia regional, classificações climáticas, clima urbano e geotecnologias aplicadas aos estudos ambientais. E-mail: lucas.wanderley@ifal.edu.br

## **Lucí Hidalgo Nunes**

Bacharela e licenciada em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Engenharia pela USP. Mestra em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da USP. Livre docente em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua nas seguintes linhas: tendências de eventos extremos da atmosfera e avaliação de impactos no meio urbano; adaptação às mudanças climáticas; avaliação de informações climáticas; percepção ambiental e de risco; reconstituição histórica do clima. Trabalhou em escolas públicas e privada, na Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, na Universidade de Mogi das Cruzes, no Instituto Geológico e na UNICAMP. Atualmente é Professora Visitante da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Foi cientista visitante do Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Reino Unido e da Universitat de Barcelona, Espanha e é membra permanente da Academie Royale des Sciences D'Outre-Mer, Bélgica. É membra fundadora da Associação Brasileira de Climatologia (ABClima). Foi Diretora Secretária na gestão 2006-2008 da ABClima, tendo sido homenageada em 2021. E-mail: lhidalgo@unicamp.br

## **Patricia Mie Matsuo**

Graduada em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e licenciada em Geografia pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Doutoranda em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP). Mestra em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Foi pesquisadora do Centro Nacional de

Monitoramento e Alertas em Desastres Naturais (CEMADEN/MCTI) no Programa Cemaden Educação. Membro do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Formação de Educadores (GPEAFE) da USP, do Grupo de Educação Ambiental Crítica (GEAC) da USP e da Rede de Educação para Redução de Riscos e Desastres do Litoral Norte de São Paulo (REDE ERRD-LN).

E-mail: [pati.matsuo@gmail.com](mailto:pati.matsuo@gmail.com)

### **Pedro Murara**

Licenciado e bacharel em Geografia pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus Presidente Prudente. Doutor e Mestre em Geografia pelo Programa de Pós- Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor Adjunto da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim (UFFS). Professor permanente do Programa de Pós - Graduação em Geografia da UFFS. Professor colaborador no Programa de Pós - Graduação em Geografia da UFSC. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em climatologia geográfica e biogeografia.

E-mail: [pedro.murara@uffs.edu.br](mailto:pedro.murara@uffs.edu.br)

### **Rachel Trajber**

Graduação em Língua e Literatura Francesa pela Haifa University. Doutora e Mestre em Antropologia pela Purdue University. Responsável pelo Programa Cemaden Educação no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN/ MCTI), desde 2014. Pesquisadora do Projeto Dados à Prova d’Água: engajando stakeholders na governança sustentável dos riscos de inundação para resiliência urbana. Atuou em posições de direção em organizações não-governamentais. Membro do Conselho do Fundo Brasileiro de Educação Ambiental e do Instituto ECOAR para a Cidadania. Foi Coordenadora Geral de Educação Ambiental do MEC (2004 a 2012). Tem experiência na área de educação ambiental, sustentabilidade, mudanças climáticas, Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD) e Políticas Públicas.

E-mail: [racheltrajber@gmail.com](mailto:racheltrajber@gmail.com)

### **Rafael da Silva Damasceno Pereira**

Graduando do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP). Membro do Núcleo Cidade e Clima do Instituto de Referência Negra (PEREGUM), da Rede de Educação para Redução de Riscos e Desastres do Litoral Norte de São Paulo (REDE ERRD - LN) e do Grupo de Pesquisa GEADAPTA - Projeto CoAdapta Litoral.

E-mail: rafaeldamasceno@usp.br

### **Rejane do Nascimento da Silva**

Licenciada em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestra em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professora da Educação Básica na Rede Pública de Ensino da Paraíba. Têm experiência na pesquisa geográfica, com ênfase em vulnerabilidade socioambiental.

E-mail: professorarejanegeografia2@gmail.com

### **Wanessa Janinne Eloy da Silva**

Bacharela em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Membro do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB. Pesquisadora do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) da UFPB. Desenvolve pesquisa sobre a relação entre os elementos do clima e os registros de desastres socioambientais na Paraíba.

E-mail: wanessa\_elay@hotmail.com





Este livro foi diagramado pela  
Editora UFPB em 2023, utilizando  
a fonte Sans Source Variable.

