



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

DÉBORA CÁSSIA SOUZA DOS SANTOS

**AS MULTI-AMEAÇAS NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA: ANÁLISE
TEMPORO-ESPACIAL DAS TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM (2000–2021)**

Belém, PA
2025

DÉBORA CÁSSIA SOUZA DOS SANTOS

**AS MULTI-AMEAÇAS NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA: ANÁLISE
TEMPORO-ESPACIAL DAS TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM (2000–2021)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas socioambientais na Amazônia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Milena Marília Nogueira de Andrade.

Belém, PA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

S237m Santos, Débora Cássia Souza dos
 As multi-ameaças no município de Barcarena-PA : análise
 temporo-espacial das transformações na paisagem (2000–2021)
 / Débora Cássia Souza dos Santos. — 2025.
 136 p. : il.

 Orientadora: Milena Marília Nogueira de Andrade
 Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal
 do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de
 Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2025.

 1. Geografia ambiental – Pará. 2. Paisagens – Barcarena
 (PA). I. Título.

CDD 22. ed. – 910.1333708115

Elaborado por Maria do Socorro Barbosa Albuquerque - CRB-2/871

DÉBORA CÁSSIA SOUZA DOS SANTOS

**AS MULTI-AMEAÇAS NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA: ANÁLISE
TEMPORO-ESPACIAL DAS TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM (2000–2021)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas socioambientais na Amazônia.

Data de aprovação: 11 / 04 / 2025

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
MILENA MARILIA NOGUEIRA DE ANDRADE
Data: 07/05/2025 09:57:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Dra. Milena Marília Nogueira de Andrade

Orientadora – Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPa



Documento assinado digitalmente
CARLOS ALEXANDRE LEAO BORDALO
Data: 07/05/2025 17:49:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo

Examinador interno – Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPa



Documento assinado digitalmente
MARIA RITA VIDAL
Data: 08/05/2025 23:34:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Dra. Maria Rita Vidal

Examinadora interna – Programa de Pós-Graduação em Geografia/UNIFESSPA

Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida

Examinador externo – Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRN



Documento assinado digitalmente
LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA
Data: 02/06/2025 20:08:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTO

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, a base de tudo que sou e conquistei. Aos meus pais, Maria Antônia e Francisco de Assis, pela minha vida, pela educação e pelos valores que me ensinaram, pelo esforço incansável, pela persistência, confiança e coragem que nos permitiram, a mim e aos meus irmãos, dedicarmos-nos exclusivamente aos estudos. Mesmo distantes, senti a presença de vocês em cada momento difícil, em cada saudade que apertava. Obrigada por todo o amor e dedicação, pois somos o que somos graças a vocês dois.

Aos meus irmãos, Danilo e Daniele, por nunca me deixarem sentir só, pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo e pelo amor fraterno que nos uniu, especialmente nesses últimos anos, enquanto corríamos atrás dos nossos sonhos, longe de casa. Daniele, minha irmã, você sempre foi um guia para mim, abrindo portas e mostrando caminhos. Amo vocês imensamente.

Ao meu namorado, William, por acreditar em mim, mesmo nos momentos em que eu duvidava, por me encorajar quando parecia que nada dava certo, por sua paciência com meus incontáveis números, por sua habilidade com cálculos e, principalmente, por cuidar de mim nos longos dias e noites de escrita. Obrigada por me alimentar, me lembrar de me hidratar, por estar ao meu lado em cada madrugada de trabalho, por compreender minhas ausências e me apoiar sem hesitação.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Milena Andrade, por sua confiança, por suas cobranças nos momentos certos e por me guiar nessa jornada. Sou profundamente grata por ter me apresentado com este tema desafiador e inovador, que aprendi a amar. Sua dedicação e inspiração foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da UFPA, pelo acolhimento, estrutura e suporte para o desenvolvimento desta pesquisa. Em especial, agradeço ao Prof^o Dr. Márcio Douglas, coordenador na época em que ingressei, por sua acessibilidade e disposição em auxiliar sempre que necessário. Aos professores da casa, que me acompanham desde a graduação e testemunharam meu crescimento na academia, meu sincero agradecimento. Em especial, ao Prof^o. Dr. Carlos Bordalo e ao Prof^o. Dr. José Edilson, pelas correções e valiosas contribuições durante minha qualificação, que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória acadêmica, que tornaram o percurso mais leve com trocas de conhecimento, sugestões, risadas, viagens e apoio mútuo. Agradeço especialmente a Carol Gonçalves, Eugênio Trindade, Jackson dos Santos, Matheus Lardoza e

Anderson Aviz, pela amizade, companheirismo e pelas inúmeras ajudas que tornaram essa escrita possível. Vocês fizeram dessa experiência algo grandioso.

Aos laboratórios e grupos de pesquisa LEPAM, GEODESASTRES e ao OGC (Observatório de Gestão Costeira do Pará), pelos espaços ofertados, aprendizados e trocas valiosas que possibilitaram a concretização desta dissertação. Obrigada Prof. Dr. Eder Mileno, pelas conversas e contribuições dadas, foram fundamentais para o tópico de Paisagem. Agradeço também pelos eventos, cursos e comemorações que enriqueceram minha formação, e aos companheiros de campo, Ariane, Ewerton e a Carol novamente, pelo suporte, pelas risadas e pelas contribuições inestimáveis.

Por fim, expresso minha gratidão à CAPES, pelo financiamento que tornou esta pesquisa possível, e à Universidade Federal do Pará (UFPA), que me acolheu desde 2018, quando iniciei minha graduação em Geografia. Ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) e à Faculdade de Geografia e Cartografia (FGC), por todo o apoio, espaço e aprendizado ao longo desses anos. Obrigada a todos, por me tornarem Geógrafa e futura mestre em Geografia!

RESUMO

As multi-ameaças são definidas como a sobreposição de diferentes tipos de ameaças, naturais e tecnológicas, que interagem em um mesmo território. Essas ameaças ocorrem em uma paisagem dinâmica estuarina amazônica, onde fatores físicos, ecológicos e antrópicos se inter-relacionam, a área de estudo corresponde ao município de Barcarena, no estado do Pará. Desde a intensificação do desenvolvimento industrial, o município enfrenta desafios relacionados a desastres socioambientais. O método adotado é hipotético-dedutivo, com abordagem sistêmica e uma visão holística, envolvendo análise espacial, trabalho de campo e análise integrada da paisagem, fundamentados nas teorias-metodológicas de geoecologia das paisagens e de multi-ameaças. As multi-ameaças são registradas desde 2000, com o afundamento da balsa Miss Rondônia. Nos anos seguintes, ocorreram eventos como erosões, deslizamentos e inundações, principalmente nos distritos das Ilhas, Sede e Vila do Conde, enquanto vazamentos de rejeitos, derramamentos de óleo e emissão de fuligem concentram-se no polo industrial de Vila do Conde e Murucupí. Foram identificadas onze unidades de paisagem em Barcarena, incluindo planícies de inundação, terraços fluviomarinheiros, tabuleiros paraenses e complexos urbanos e industriais. Planícies e terraços, com relevo plano e solos gleissólicos e latossólicos, são mais suscetíveis a inundações e erosão. Os tabuleiros apresentam relevo variado e ocupação mista, enquanto os complexos urbanos e industriais concentram ameaças tecnológicas, como derramamento de resíduos e contaminação ambiental. Portanto, a compartimentação da paisagem visa subsidiar a gestão ambiental e o planejamento territorial, contribuindo para a mitigação das ameaças socioambientais no município.

Palavras-chave: multi-ameaças; paisagem; SIG; COBRADE; Barcarena (PA).

ABSTRACT

Multi-hazards are defined as the overlap of different types of threats, both natural and technological, that interact within the same territory. These hazards occur in a dynamic Amazonian estuarine landscape, where physical, ecological, and anthropogenic factors are interrelated. The study area corresponds to the municipality of Barcarena, in the state of Pará. Since the intensification of industrial development, the municipality has faced challenges related to socio-environmental disasters. The adopted method is hypothetical-deductive, with a systemic approach and a holistic view, involving spatial analysis, fieldwork, and integrated landscape analysis, grounded in the theoretical-methodological frameworks of landscape geocology and multi-hazard assessment. Multi-hazards have been recorded since 2000, starting with the sinking of the Miss Rondônia barge. In the following years, events such as erosion, landslides, and floods occurred, mainly in the districts of Ilhas, Sede, and Vila do Conde, while waste leaks, oil spills, and soot emissions have been concentrated in the industrial hubs of Vila do Conde and Murucupi. Eleven landscape units were identified in Barcarena, including floodplains, fluvio-marine terraces, Pará uplands ("tabuleiros"), and urban-industrial complexes. Floodplains and terraces, characterized by flat relief and gleyic and latosolic soils, are more susceptible to flooding and erosion. The uplands present varied relief and mixed land use, while the urban and industrial complexes concentrate technological hazards, such as waste spills and environmental contamination. Therefore, landscape compartmentalization aims to support environmental management and territorial planning, contributing to the mitigation of socio-environmental threats in the municipality.

Keywords: multi-hazard; landscape; GIS; COBRADE; Barcarena (PA).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALBRAS	Alumínio Brasileiro S.A
ALUNORTE	Alumina Norte Brasil S/A
APP	Área de Preservação Permanente
CDP	Companhia Docas do Pará
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
EE	Eventos Extremos
EM-DAT	The Emergency Events Database
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRCC	Imerys Rio Capim Caulim
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDUB	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena
PEGC	Política Estadual de Gerenciamento Costeiro
PPSA	Pará Pigmentos/SA
S2ID	Sistema Integrado de Informações de Desastres
SEDEME	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SER	Situações de Emergências Recorrentes
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UNISDR	United Nations International Strategy for Disasters Reduction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxograma da relação Risco, Ameaça e Vulnerabilidade	26
Figura 2 -	Fluxograma da relação Desastre, Ameaça e Vulnerabilidade	27
Figura 3 -	Zoneamento do município de Barcarena – PA	38
Figura 4 -	Fluxograma da Etapa de Pesquisa Bibliográfica	50
Figura 5 -	Fluxograma dos Materiais e Métodos	51
Figura 6 -	Fluxograma da Análise da Unidade de Paisagem	53

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 -	Ponto 1: Barragem nº 3 (B3) da empresa Imerys	69
Fotografia 2 -	Ponto 1: Base da Barragem nº 3 (B3)	70
Fotografia 3 -	Ponto 1: Planta de beneficiamento da Imerys	71
Fotografia 4 -	Ponto 2: Ponto de Encontro do Bairro Industrial	72
Fotografia 5 -	Ponto 2: Rota de Fuga do Bairro Industrial	73
Fotografia 6 -	Ponto 5: Praia de Vila do Conde	74
Fotografia 7 -	Igreja de São João Batista e as Residências demolidas	76
Fotografia 8 -	Ponto 1: Base da Igreja de São João Batista	77
Fotografia 9 -	Ponto 2: Ruína da Cervejaria e Restaurante Praia Mar	78
Fotografia 10 -	Ponto 3: Erosão Fluvial	79
Fotografia 11 -	Ponto 4: Esgoto Residencial e Água lançada	80
Fotografia 12 -	Ponto 5: Erosão e Deslizamento de Encosta	81
Fotografia 13 -	Resquício residencial	82
Fotografia 14 -	Erosão e Escorregamento	83
Fotografia 15 -	Ponto 6: Processo erosivo e contenção em construção	83
Fotografia 16 -	Ponto 7: Processo erosivo em falésia	84
Fotografia 17 -	Ponto 8: Supressão de Vegetação nativa	84
Fotografia 18 -	Ponto 8: Erosão de Encosta	85
Fotografia 19 -	Ponto 9: Descarte irregular de Resíduos Sólidos	86
Fotografia 20 -	Ponto 10: Antiga Residência	87
Fotografia 21 -	Escola Municipal Chapéuzinho Vermelho	89
Fotografia 22 -	Ponto 12: Encosta e Escola Municipal Chapéuzinho Vermelho	90
Fotografia 23 -	Ponto 13: Escadaria com acesso ao Restaurante Pôr do Sol	91
Fotografia 24 -	Ponto 13: Residência próximo ao antigo Restaurante Pôr do Sol	91
Fotografia 25 -	Contenção na praia do Caripi	92
Fotografia 26 -	Muro de Arrimo	93
Fotografia 27 -	Via de acesso ao Rio Dendê	110
Fotografia 28 -	Vista do Praia e do Porto de Vila do Conde	111
Fotografia 29 -	Padrão residencial do Bairro de Vila do Conde	112
Fotografia 30 -	Praça de Itupanema	113

Fotografia 31 -	Residência próxima a Praça de Itupanema	113
Fotografia 32 -	Trapiche da Praia do Caripi	114
Fotografia 33 -	Distrito Sede	116
Fotografia 34 -	Ponto 1: Distrito das Ilhas	117
Fotografia 35 -	Ponto 2: Ponto de Inundação no Distrito Sede	117
Fotografia 36 -	Ponto 4: Vista das residências do Distrito Sede	118
Fotografia 37 -	Barragens de rejeito de caulim	120
Fotografia 38 -	Barragem e Distrito Industrial	121
Fotografia 39 -	Praia de Fazendinha	123
Fotografia 40 -	Praia de Caripi	123
Fotografia 41 -	Expansão urbana na Praia do Caripi	124

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Histórico das Multi-ameaças no município de Barcarena	63
Gráfico 2 -	Classificação das Multi-ameaças de acordo com a Cobrade	64
Gráfico 3 -	Diferenças na porcentagem da origem das multi-ameaças em Barcarena ...	66
Gráfico 4 -	Classificação das Multi-ameaças conforme o Subgrupo da Cobrade	66
Gráfico 5 -	Distribuição Espacial das Multi-ameaças por Distritos	67
Gráfico 6 -	Distribuição Espacial das Multi-ameaças por Ano e Distritos	68

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Setorização da Zona Costeira Paraense	33
Mapa 2 -	Localização do Município de Barcarena – PA	34
Mapa 3 -	Mapa Político Administrativo: Distritos do município de Barcarena – PA ...	37
Mapa 4 -	Mapa Geológico do município de Barcarena – PA	40
Mapa 5 -	Mapa Pedológico do município de Barcarena – PA	42
Mapa 6 -	Mapa de Cobertura do município de Barcarena – PA	44
Mapa 7 -	Mapa de Hipsometria: Barcarena – PA	46
Mapa 8 -	Mapa de Declividade: Barcarena – PA	47
Mapa 9 -	Mapa Hidrográfico do município de Barcarena – PA	49
Mapa 10 -	Pontos Coletados em Trabalhos de Campo	56
Mapa 11 -	Mapa das Multi-ameaças no município de Barcarena – PA	62
Mapa 12 -	Ameaças coletadas no Campo 1, no Distrito de Vila do Conde	68
Mapa 13 -	Ameaças coletadas no Campo 2, no Distrito de Vila do Conde	75
Mapa 14 -	Ameaças coletadas no Campo 2, no Distrito de Murucupi	88
Mapa 15 -	Mapa de Uso e Cobertura de Barcarena	95
Mapa 16 -	Mapa Geomorfológico: Barcarena – PA	99
Mapa 17 -	Mapa Unidade de Paisagem: Barcarena – PA	104
Mapa 18 -	Registros das Unidades de Paisagem Planície de Inundação do Distrito Sede e das Ilhas	115
Mapa 19 -	Registros das unidades de paisagem Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde, Complexo Urbano Industrial e Murucupi, Complexo Industrial e Formação Florestal preservada	119
Mapa 20 -	Registros das unidades de paisagem Complexo Urbano Industrial e Murucupi e Formação Florestal preservada	122

LISTA DE QUADROS E TABELA

Quadro 1 -	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres	52
Quadro 2 -	Classes do mapa de uso e cobertura do solo	54
Quadro 3 -	Classificação das Multi-ameaças de Barcarena PA	57
Quadro 4 -	Distribuição por área das classes de Uso e Cobertura do Solo nos Distritos Municipais	94
Tabela 1 -	Distribuição por área das classes de Uso e Cobertura do Solo nos Distritos Municipais	101
Quadro 5 -	Compartimentação Ambiental das Unidades de Paisagem	102

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	17
	PROBLEMÁTICA	19
	JUSTIFICATIVA	19
	OBJETIVOS	20
1	REFERENCIAL TEÓRICO	21
1.1	GEOGRAFIA E PAISAGEM	21
1.2	PAISAGEM E GEOMORFOLOGIA	23
1.3	RELAÇÃO ENTRE DESASTRE E AMEAÇA	24
1.4	COBRADE E AMEAÇA	28
1.5	MULTI-AMEAÇA	29
2	METODOLOGICA.....	32
2.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
2.1.1	Histórico	35
2.1.2	Plano Diretor e sua Proposta de Zoneamento.....	36
2.1.3	Geologia	39
2.1.4	Pedologia	41
2.1.5	Vegetação	43
2.1.6	Clima	45
2.1.7	Hipsometria e Declividade	45
2.1.8	Hidrografia	48
2.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
2.2.1	Mapeamento das Multi-Ameaças	51
2.2.2	Mapeamento da Paisagem	52
2.3	TRABALHO DE CAMPO	55
3	ANÁLISE TEMPORO-ESPACIAL DAS MULTI-AMEAÇAS	57
3.1	ANÁLISE TEMPORAL	57
3.2	ANÁLISE ESPACIAL	67
3.2.1	Registros de Campo das Ameaças	68

3.2.2	Registros das Ameaças Relacionadas a Erosão Fluvio-marinha	73
4	ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM	94
4.1	MAPEAMENTO USO E COBERTURA DO SOLO	94
4.2	MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO.....	98
4.3	MAPEAMENTO DE UNIDADE DE PAISAGEM	101
4.3.1	Registros de Campo das Unidades de Paisagem	110
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
	REFERÊNCIAS	129

INTRODUÇÃO

A década de 1990 ficou conhecida como a Década Internacional para Redução de Desastres, designada pela ONU, devido ao aumento significativo de vítimas e danos causados por desastres de origem naturais e tecnológicos. A Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (ISDR) recomendou a adoção da Declaração de Hyogo, estabelecendo estratégias internacionais para a redução de riscos de 2005 a 2015. Na III Conferência Mundial da ONU sobre Redução de Riscos, realizada em Sendai, Japão, em 2015, adotou-se a Declaração de Sendai e o Marco para a Redução de Riscos de Desastres 2015-2030. Este marco reafirmou a meta de desenvolvimento de sistemas de gestão de riscos em cada país e enfatizou a importância da coleta, análise e gestão de informações em níveis locais e nacionais (ONU, 2015). Paralelamente a Agenda 2030, os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) 11 e 13, também tratam da redução de desastres, pois esses objetivos visam, respectivamente, tornar as cidades e comunidades mais sustentáveis e combater as mudanças climáticas, ambas com metas relacionadas à mitigação de desastres (ONU, 2015).

Freitas *et al.* (2012) realizaram uma análise conceitual dos desastres a partir do terremoto no Haiti e das chuvas fortes no Rio de Janeiro para demonstrar a relação intrínseca das ameaças e vulnerabilidade social a partir do ponto de vista das ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Ao final são apontados alguns dos desafios que a redução de riscos de desastres e a construção da resiliência, o que inclui mudanças nos padrões de desenvolvimento social, econômico e ambiental orientados para a sustentabilidade ecológica e a justiça social como pilares do desenvolvimento sustentável. Segundo os autores, se eventos geológicos supracitados podem ser considerados ameaças naturais, os desastres não são naturais. Os desastres são produzidos socialmente a partir da ocupação e modificação da paisagem por processos socioeconômicos que vulnerabilizam as sociedades ou comunidades.

No Brasil, os eventos naturais extremos que mais repercutem nas atividades humanas no nosso país são de natureza climática (Santos; Rocha, 2014). A Defesa Civil Brasileira adota a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) para padronizar a maneira como os desastres são registrados e relatados, facilitando a comunicação e o intercâmbio de informações entre diferentes agências e órgãos governamentais (Vieira; Peixoto; Kaiser, 2016). Portanto, os desastres ocorrem a partir da existência de uma sociedade vulnerável, um evento perigoso, conceituado como ameaça, que se relaciona a origem dos eventos físicos que podem ser gerados pela dinâmica da natureza (geológicas, hidrometeorológicas, biológicas) ou da

sociedade (degradação ambiental ou ameaças tecnológicas como rompimentos de barragens, acidentes químicos e nucleares) (Freitas, 2021).

A dinâmica da paisagem amazônica é caracterizada por elevada complexidade e constante transformação, resultante da interação de fatores naturais e antrópicos. Na segunda metade do século XX, fora impulsionado pelo Governo Federal os planos de grandes projetos na Amazônia que deram início aos programas de implantação de redes rodoviárias e hidrelétricas, polos de desenvolvimento de agricultura, pecuária e mineração que promoveram a degradação da floresta e dos solos amazônicos (Becker, 1990). Esses planos consideravam a Amazônia um macrossistema homogêneo e incentivaram atividades produtivas ambientalmente degradantes como a agricultura de exportação, pecuária extensiva e exploração mineral em grande escala (Gorayeb, 2008). Essas atividades agravaram os impactos sobre o sistema natural e urbano, na maioria das cidades amazônicas. Somado a esse contexto territorial, a Amazônia enfrenta registros na frequência de características hidroclimatológicas com potencial para causar danos prejudiciais, ocorrem principalmente durante o inverno amazônico. Entre os meses de dezembro a maio, fenômenos de chuvas intensas, inundações, alagamentos, enxurradas, secas, vendavais ocorrem na região (Pereira; Szlafsztein, 2016).

Conforme Santos *et al.* (2020) o estado do Pará possui multi-ameaças em todo seu território de origem natural e tecnológica com 2.296 eventos extremos registrados em 51 anos e definidos pela Codificação de Brasileira de Desastres (COBRADE). Na Região Hidrográfica (RH) Costa Atlântica-Nordeste predominam as ameaças hidro-meteorológicas e geológicas; contudo é a RH com expressivas ocorrências de desastres tecnológicos voltados para a incêndios (urbanos e industriais), desastres relacionados com transporte de cargas perigosas, colapso de obras civis e produtos perigosos.

Nesse contexto, o município de Barcarena localizado na Região Metropolitana de Belém, Zona Costeira Estuarina Amazônica, destaca-se por abrigar um grande complexo industrial, sustentado pelos principais portos de Vila do Conde, onde são realizadas as operações de importação e exportação de cargas de minério e transporte de óleo combustível (Rodrigues, 2008). Esse cenário de desenvolvimento industrial modificou o território de Barcarena, trazendo tanto benefícios econômicos, quanto desafios ambientais e sociais. Contudo, o crescimento da atividade portuária e industrial pressiona os recursos naturais e soma-se aos riscos de desastres naturais e tecnológicos.

Portanto, esta cidade possui uma paisagem marcada por riscos e desastres provenientes de ameaças diversas, sejam naturais (Carmo; Costa, 2016) ou tecnológicas (Parente; Szlafsztein, 2012). Os impactos dos desastres naturais e tecnológicos são percebidos por uma população de

alta vulnerabilidade social de baixa renda; de baixa escolaridade e pela presença de grupos mais vulneráveis (crianças, idosos e portadores de necessidades especiais) (Avelar; Andrade, 2019). Desse modo, essa dissertação visa contribuir com o entendimento espaço-temporal das ameaças naturais e tecnológicas na paisagem.

PROBLEMÁTICA

O município de Barcarena enfrenta transformações socioambientais significativas, impulsionadas pela implementação do complexo industrial e portuário, que intensificam tantas ameaças naturais quanto tecnológicas. Uma abordagem holística da compreensão de múltiplas ameaças na paisagem permite a definição de estratégias eficazes de gestão de riscos diante de eventos adversos. Pois, as diversas intervenções na paisagem – incluindo desmatamentos, obras de infraestrutura e atividades industriais, minerárias e portuárias – levaram a processos de construção de riscos naturais e tecnológicos. Além disso, as comunidades locais, estão expostas a essa interação complexa entre dinâmicas tecnológicas e naturais. Desse modo, a problemática que emerge desse contexto parte das seguintes perguntas: Quais são as multi-ameaças, naturais e tecnológicas, que interagem na paisagem de Barcarena? E quais são essas características da paisagem, que tornam essas áreas mais suscetíveis a essas ameaças?

JUSTIFICATIVA

Barcarena, localizada no estado do Pará está inserida em um contexto geográfico e socioeconômico singular, caracterizada pela interação entre processos naturais e a intensa atividade industrial. O primeiro grande evento catalogado na região foi o naufrágio da balsa Miss Rondônia, ocorrido em 5 de março de 2002, a cerca de 400 metros do porto de Vila do Conde. Desde então, diversos outros desastres ocorreram, evidenciando a vulnerabilidade local. Um dos mais impactantes foi o vazamento de rejeitos de mineração em 2018 que contaminou o Rio Murucupi com metais pesados, como chumbo, arsênio e mercúrio, afetando os rios Pará e São Francisco. Esse evento, aliado a chuvas intensas, deixou aproximadamente 14 bairros submersos e impactou mais de 30 mil famílias (Witzel, 2019). Além disso, Barcarena registra áreas suscetíveis a riscos naturais, como erosão costeira, inundações e movimento de massa (CPRM, 2016), o que torna mais grave a complexidade do cenário. A análise proposta neste trabalho visa identificar espaço-temporalmente a ocorrências dessas ameaças e oferece subsídios importantes para um planejamento integrado e uma gestão mais eficaz dos riscos.

OBJETIVOS

GERAIS

Analisar as multi-ameaças, naturais e tecnológicas, no Município de Barcarena, a partir da visão holística da paisagem.

ESPECÍFICOS

1. Identificar e mapear as multi-ameaças em Barcarena, no intervalo dos anos de 2000 a 2021;
2. Mapear as unidades de Paisagem do município de Barcarena;
3. Analisar as multi-ameaças na paisagem do município de Barcarena como subsídio ao planejamento urbano-ambiental.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 GEOGRAFIA E PAISAGEM

Na história da Geografia, a concepção de paisagem percorreu várias trajetórias, a geografia é um dos mais variados campos de conhecimento, que tem em vista entender a paisagem como natureza integrada, síntese dos aspectos físicos e sociais (Guerra; Cunha, 1994). No início da Geografia como ciência, a paisagem era predominantemente definida pelas suas características físicas e culturais (Bluwstein, 2021).

Posteriormente, a paisagem passou a ser compreendida para além da sua forma, incorporando aspectos espaciais (geográficos) e funcionais (ecológicos) em sua análise. Essa abordagem concebe a paisagem como resultado de um processo de articulação dinâmica entre seus elementos constituintes (Rodriguez et al., 2007, p.20).

Sotchava (1977) introduziu o conceito de geossistemas nos estudos da paisagem. Sendo base para estudo de Rodriguez *et al.* (2007, 2022), surgindo assim, a Geoecologia da Paisagem, com enfoque na dinâmica, estrutura e conexões entre os elementos, que usaremos neste estudo para categorizar a unidade de paisagem. Fazendo parte da Geoecologia, Ecogeografia ou Geografia Ambiental, ou seja, o estudo da interação e de relações objeto-sujeito, que concentra sua atenção nas paisagens como geocossistemas (Rodriguez *et al.*, 2022). Para Sotchava (1978):

Deve-se estudar não só os componentes da natureza, mas as conexões entre eles, e não se deve restringir à morfologia da paisagem e às suas subdivisões, mas de preferência estudar sua dinâmica, sua estrutura funcional e às suas conexões (Sotchava, 1978, p. 24).

Para Ab'Saber (2007), aqueles que iniciam o estudo das ciências naturais, eventualmente chegam à compreensão de que a paisagem é sempre uma herança. Um produto de processos fisiográficos e biológicos, e um patrimônio coletivo das comunidades que historicamente receberam como território de atuação dos seus, remodelados e modificados por processo de atuação recente (Ab'Saber, 2007).

Nesse contexto, a paisagem é também a forma espacial do presente, porém testemunho de formas passadas que ainda persistem ou não (Martinelli; Pedrotti, 2001). Revelando um dinamismo diacrônico, na qual confirma a evolução estrutural do processo espacial e de reformulação parcial ou de completa remodelação, culminando em novos espaços (Santos, 1982, 1994, 1996; Rodrigues, 1997). Atualmente, de modo geral, para a Geografia a forma mais aceita tradicionalmente entende que a paisagem é definida como um conjunto de todos os elementos

do espaço que nossos sentidos conseguem perceber e interpretar, conferindo-lhe uma carga visual significativa (Venturi, 2018).

No entanto, Venturi (2018) em ‘Paisagem geográfica: muito além do nosso campo de visão, contesta a ideia desse conceito de paisagem mais tradicional, que a limita ao campo visual e utiliza autores ao qual encontra profunda reflexão a respeito do conceito de paisagem na Geografia. Sua principal crítica reside no argumento de que o campo de visão não consegue abranger algumas relações essenciais, como a dinâmica dos processos que a originaram e as diferentes escalas necessárias para a sua análise.

Considerando a paisagem como um todo, resultado de um permanente processo de interação entre os seus componentes (clima, vegetação, solo, hidrologia, formas de relevo, geologia e intervenções humanas), podemos estar cientes da existência de elementos que não estão em nosso campo de visão. [...], portanto, conhecendo os componentes da paisagem e de suas dinâmicas [...] geógrafos podem alcançar a sua essência, considerando igualmente importantes tanto os aspectos visíveis como os invisíveis (Venturi, 2018, p. 5).

Desse modo, Venturi (2018) insiste na necessidade de compreender a paisagem como um sistema holístico, integrado e dinâmico. Cita autores e definições tidas por ele como “mais científica apresentada”, no caso Gray (2009) e Huggett e Perkins (2004), onde o primeiro defende que a paisagem pode ser entendida como compreendendo três camadas primárias sobrepostas, sendo elas a física, a biológica e a cultural. Ademais, os dois últimos autores, foram um pouco além quando compreendem a paisagem como forma, processo e significado.

Monteiro (2000) trata a paisagem como composição, dinâmica dimensão, que Venturi (2018) identifica o que seria uma conceituação apropriada da paisagem:

É uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo, sempre resultante da integração dinâmica. Portanto, instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (Sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução (Monteiro, 2000, p. 39).

Essa definição é muito mais complexa, a qual delimita a composição, dimensão e dinâmica da paisagem. O entendimento da paisagem como uma formação espaço-temporal sistêmica, com feições diferenciadas e processos atuantes, permite a análise das condições atuais, bem como das transformações decorrentes da evolução natural e das intervenções humanas (Gorayeb, 2008). Desse modo, a paisagem aqui, está delimitada conforme o objetivo da análise, o que pode variar de uma observação a outra.

Conforme Rodriguez e Silva (2018) a noção de Paisagem tem sido confirmada teórico e metodologicamente baseando-se em três pontos fundamentais, sendo eles: A teoria dos

Geossistemas, a noção de Sistemas Geocológicos da Paisagem e o Conceito de Geoecologia das Paisagens como conjugação das categorias analíticas geográficas. A Geoecologia a partir de 1960 começou a se difundir como ciência que estuda os complexos territoriais, naturais e antropogênicos, ou seja, as paisagens, geossistemas dos continentes, oceanos e mares, seja eles em âmbito global, regional ou local (Rodriguez; Silva, 2018).

Ainda segundo os autores, a Geoecologia configura-se numa disciplina antropológica e ambientalista focada, que examina as paisagens naturais e antro-po-naturais, com intuito de resolver os problemas de otimização das Paisagem e o desenvolvimento de métodos de uso saudável dos recursos naturais, da biodiversidade e geodiversidade, necessários a sociedade para o Desenvolvimento Sustentável. Desse modo, a Geoecologia analisa o meio de forma integrada, sendo possível entender, diagnosticar e solucionar desafios causados por desastres, decorrentes do impacto de fatores antropogênicos ou processos individuais espontâneos em limites territoriais do espaço terrestre como um todo (Rodriguez; Silva, 2018).

Na análise Geossistêmica, os estudos das unidades ao nível local abordam as características de diferenciação paisagística e o sistema taxonômico, os quais são considerados essenciais para distinguir a topologia e a morfologia da paisagem (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022). De modo que, o procedimento sintético de representação da paisagem é uma abordagem que visa conceber a paisagem na totalidade, integrada, onde cada unidade é distintamente caracterizada, mantendo-se sua subordinação hierárquica (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Conforme os autores, esse procedimento envolve níveis de escala e taxonômicos de mapas detalhados (1:10.000 a 1:100.000) representam comarcas e localidades, e a análise dos fatores geocológicos desempenha um papel crucial na compreensão das interdependências nos geossistemas e na classificação das unidades. Sendo assim, para unidades regionais, os fatores incluem condições climáticas, litologia e tipo de solo, enquanto para unidades locais, consideram-se umidade, tipo de relevo, composição do solo, entre outros (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

1.2 PAISAGEM E GEOMORFOLOGIA

A paisagem é um conceito chave, sendo esta, essencial para a ciência geográfica e a geomorfológica, principalmente para a compreensão dos diversos elementos que englobam os aspectos físicos e sociais (Ab'Saber, 1969). Corrêa (2019) avança, ao incorporar o campo visual à concepção de um conceito de Paisagem Geomorfológica que, em primeiro lugar, resulta da interação entre processo e forma em uma escala espacial e temporal específica:

[...] não há forma de relevo que não expresse a relação de uma superfície com seu material estruturador, que pode ser uma cobertura superficial ou a própria rocha. Em ambos os casos, este material de superfície, e sub-superfície imediata, reflete a operação de processos atuais e pretéritos, sob o domínio de variadas formas de cobertura da terra, desencadeados por gatilhos climáticos, tectônicos, antropogênicos, auto-controlados, ou por qualquer combinação entre esses. Esse complexo de relações necessita de uma base espacial, que no caso da geomorfologia possui inerentemente um componente sensorial, visível, e detentor de propriedades mensuráveis cuja melhor síntese que conheço é a paisagem (Corrêa, 2019, p. 198).

Sustenta que a base espacial necessária para esse conjunto de relações, conferindo à geomorfologia uma componente sensorial visível e mensurável, é encapsulada pela ideia de paisagem. Ademais, conforme Goudie e Viles (2010), a paisagem é também onde se ressalta a expressão máxima da topografia, ou seja, as formas de relevo.

No entanto, a transformação da paisagem é normalmente associada, na maioria das vezes, às atividades antrópicas. Os autores trouxeram, portanto, a importância de compreender as alterações na paisagem que impactam a dinâmica natural, na qual envolve a análise dos principais impulsionadores que intensificam, orientam e motivam as mudanças mais significativas, especialmente no que diz respeito ao uso e cobertura da terra (Goudie; Viles, 2010).

Devido às várias transformações na paisagem, advinda da crescente intervenção humana, pode ocorrer a aceleração de processos naturais, como a erosão do solo e os movimentos gravitacionais de massa (Pedroza, 2012; Guerra, 2011). E em decorrência da urbanização e desenvolvimento, têm-se as ameaças tecnológicas, como, por exemplo, acidentes de obra civil, derramamento de óleo em rios, quebra de barragens e explosões (Brasil, 2012).

1.3 RELAÇÃO ENTRE DESASTRE E AMEAÇA

No uso cotidiano da linguagem, os termos risco e ameaça são frequentemente utilizados como sinônimos. Mas na academia, conforme destacam Marandola Jr. e Hogan (2004), a distinção entre ameaça e risco é necessária. Os autores citam White e Burton (1980), ligados à primeira fase do estudo das ameaças, reconhecem que esta confusão também ocorre na língua inglesa. Eles mencionam a existência de uma diferença entre os termos risco e ameaças, embora não apontem as possíveis diferenças:

Uma escola de pensamento vê o risco como mais ou menos sinônimo de perigo; isto é, um evento ou ato que traz consequências adversas. Nesta visão, o grau de risco está relacionado tanto com a sua probabilidade como com a magnitude das suas consequências (White; Burton, 1980, p. 1).

Marandola Jr. e Hogan (2004), também citam o geógrafo Keith Smith (1992) no qual reforça que a confusão entre os termos não está apenas nas línguas latinas. Em vista disso, marca a diferença entre os termos de forma bem didática:

O risco é por vezes considerado como sinônimo de perigo, mas o risco tem a implicação adicional da possibilidade de um determinado perigo realmente ocorrer. Assim, podemos definir perigos como uma ameaça potencial para os seres humanos e seu bem-estar e risco como a probabilidade de ocorrência de perigos. A distinção foi claramente ilustrada por Okrent (1980), que considerou duas pessoas atravessando um oceano, uma num transatlântico e a outra num barco a remos. O perigo (morte por afogamento) é o mesmo em ambos os casos, mas o risco (probabilidade de afogamento) é muito diferente. Se o afogamento realmente ocorresse, poderia ser considerado um desastre. Portanto, um desastre pode ser visto como a realização do perigo (Smith, 1992, p. 6).

O risco é tido aqui como um fator probabilístico, independentemente de ser quantificável ou não, e a ameaça como um evento danoso, que coloca em perigo. Dessa forma, ameaça, perigo e *hazard*, na língua portuguesa tornam-se sinônimos. O termo *hazard* traduzido como perigo pelos meios acadêmicos é compreendido pelos meios técnicos, especialmente a defesa civil, como ameaça (Saito *et al.*, 2015). Na presente pesquisa, será utilizada a nomenclatura ameaça.

A ameaça, por sua vez, refere-se a um evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação do meio ambiente (Brasil, 2012). A UNISDR (*United Nations International Strategy for Disasters Reduction*) adota uma terminologia que define ameaça como:

Um fenômeno perigoso, substância, atividade ou condição humana que possa causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos materiais, perda de meios de subsistência e serviços, perturbações sociais e econômicas, ou dano ambiental (UNISDR, 2009, p. 17).

Enquanto o conceito de risco refere-se à “uma combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas” (UNISDR, 2009, p. 25). O risco é o resultado da interação entre as ameaças e vulnerabilidades, sendo categorizados como riscos de origem natural e tecnológico (Oliveira; Robaina, 2004; Zêzere *et al.*, 2005; Linhares *et al.*, 2021). Ademais, segundo Marandola Jr. e Hogan (2005) a partir da década de 80, outro contexto ganhou destaque no estudo sobre ameaças, na qual fora o termo de vulnerabilidade, isso ocorre quando as pesquisas deixam de se ocupar apenas com os perigos naturais, enfocando também os perigos sociais e os tecnológicos. Entretanto,

[...] não serão todos os terremotos ou furacões que serão considerados *hazards*, mas, apenas aqueles que estão em relação ou ocorrendo em áreas ocupadas pelo homem, gerando danos, perdas e colocando em perigo estas populações. É por isso que um

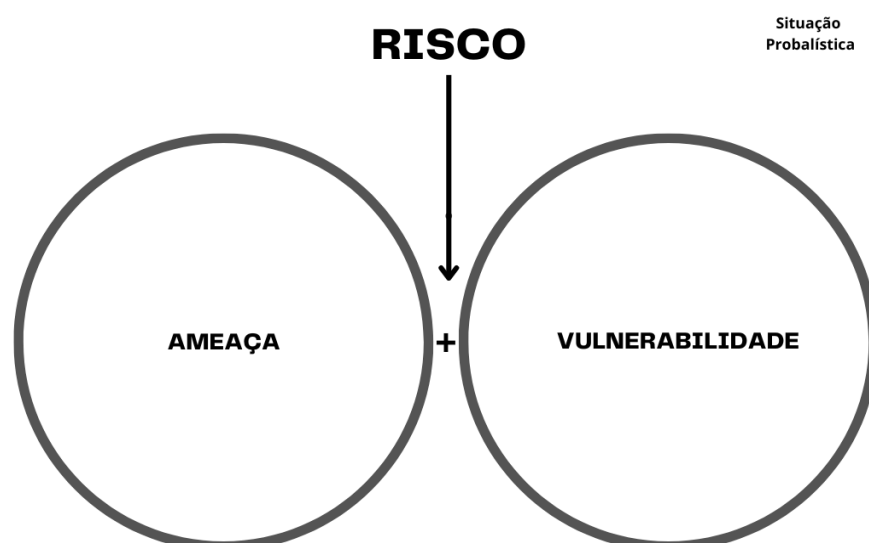
hazard não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza (Marandola Jr.; Hogan, 2004, p. 98).

O impacto de uma ameaça é diretamente proporcional ao nível de vulnerabilidade da sociedade, na qual a vulnerabilidade refere-se ao grau de exposição de uma comunidade a uma ameaça, atingindo um patamar elevado quando a capacidade de adaptação e resposta é reduzida (Espírito-Santo; Szlafsztein, 2016). Ou, quanto mais vulnerável estiver a sociedade/paisagem, maior será a magnitude do impacto desencadeado por uma ameaça de acordo com os critérios de vulnerabilidade (Cutter, 1996).

Nesse sentido, conforme observado pelo autor, torna-se claro que a questão dos riscos e perigos, sob uma ótica geográfica, está intrinsecamente relacionada à maneira como as sociedades ocupam e utilizam o espaço, ou seja, à dinâmica da relação entre o ser humano e a natureza. De modo, que a vulnerabilidade mantém com o risco uma relação de causalidade (Figura 1), pois o último apenas existirá quando haja alguém ou alguma coisa que possa ser impactada (Olimpio; Zanella, 2017).

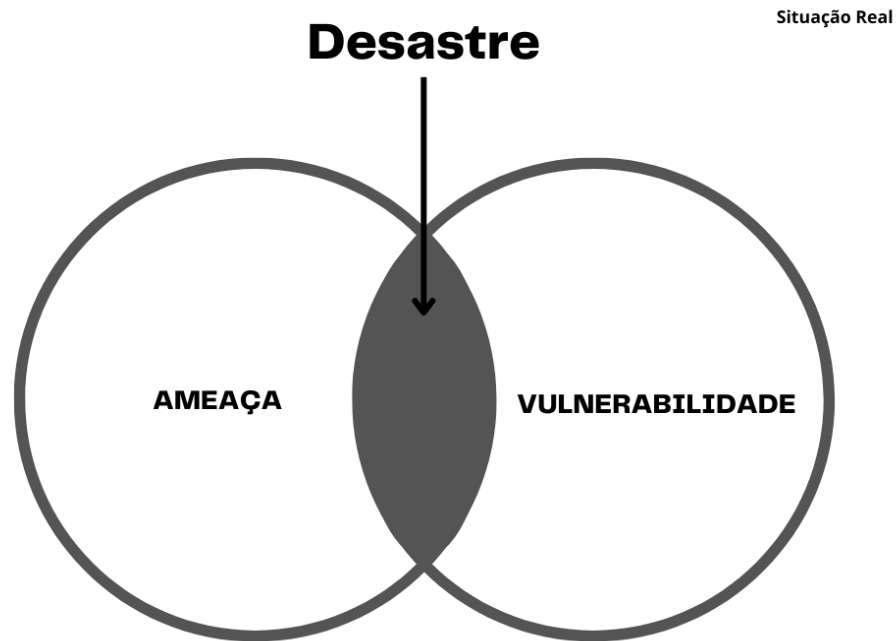
Conforme os autores, se o risco é uma situação percebida enquanto probabilidade de perdas, o desastre refere-se à própria materialização desta condição, dada por uma série de ameaças que põe em evidência a magnitude de um evento e sua relação com a vulnerabilidade (Figura 2). O desastre apenas surge quando os danos gerados rompem a capacidade de gestão da sociedade impactada (Veyret; Richemond, 2007). Ou seja, para se configurar um desastre, é imprescindível que a mesma ocorra em uma localidade povoada, de modo que ela não possui sistema operacional meio para superar a crise a qual está sendo impactada.

Figura 1 - Fluxograma da relação Risco, Ameaça e Vulnerabilidade



Fonte: Adaptado de Olimpio e Zanella (2017).

Figura 2 - Fluxograma da Relação Desastre, Ameaça e Vulnerabilidade



Fonte: Adaptado de Olimpio e Zanella (2017).

O Relatório Estatístico Anual do EM-DAT (Emergency Disasters Data Base), sobre Desastres de 2007, considera a ocorrência de pelo menos um dos seguintes critérios:

- 10 ou mais óbitos;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- declaração de estado de emergência;
- pedido de auxílio internacional.

O EM-DAT foi concebido em 1988, considera os desastres como eventos que envolvem um impacto prejudicial inesperado e avassalador sobre os seres humanos. Formalmente, a definição de desastre do EM-DAT é:

Uma situação ou evento que sobrecarrega a capacidade local, necessitando de um pedido de assistência externa a nível nacional ou internacional; um evento imprevisto e muitas vezes repentino que causa grandes danos, destruição e sofrimento humano (CRED, 2024).

O desastre está relacionado às situações em que eventos adversos ocorrem em áreas que não possuem estrutura para resistir aos impactos (Brasil, 2012). De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), o desastre é o resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto à ameaça,

causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Conhecer os riscos, particularmente as ameaças e as vulnerabilidades, representa o ponto de partida fundamental para estabelecer medidas de gestão de desastres (Miguez *et al.*, 2017). Contudo, é imprescindível haver um comprometimento por parte das autoridades públicas em gerir tais riscos e não apenas reagir diante de situações emergenciais (Silva Junior; Szlafsztein; Baia, 2022).

1.4 COBRADE E AMEAÇA

Na década de 90, a Organização das Nações Unidas (ONU) designou a década como a Década Internacional para Redução de Desastres Naturais, momento esse que o aumento das vítimas e danos causados por desastres naturais e tecnológicos fora largamente noticiada (Zêzere *et al.*, 2005; Vieira; Peixoto; Kaiser, 2016). Posteriormente, a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (ISDR) recomendou que os países adotassem a Declaração de Hyogo, estabelecendo estratégias internacionais para a redução de riscos de origens naturais e tecnológicas no período de 2005 a 2015 (ISDR, 2005).

Na III Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Redução de Riscos, realizada em Sendai, Japão, em março de 2015, adotou-se a Declaração de Sendai e o Marco para a Redução de Riscos de Desastres 2015-2030 (Alvalá; Barbieri, 2017). Este reafirmou a meta de que cada país desenvolvesse um sistema de gestão de riscos e enfatizou a importância da coleta, análise e gestão de informações ao nível local e nacional.

A conceituação adotada pela UNISDR (2009) considera desastre como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos.

No Brasil os desastres são classificados pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil a partir da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), com base no padrão EM-DAT (Banco de Dados de Eventos Emergenciais). Essa classificação visa padronizar a maneira como os desastres são registrados e relatados, facilitando a comunicação e o intercâmbio de informações entre diferentes agências e órgãos governamentais (Vieira; Peixoto; Kaiser, 2016).

A COBRADE divide os desastres em diferentes grupos e subgrupos, cada um representando um tipo específico de evento adverso. O grupo 1 - Naturais, abrangem os

seguintes subgrupos: Meteorológicos, Geológicos, Hidrológicos e Climatológicos. O grupo 2 - Tecnológico, abrange os subgrupos: Substâncias radioativas; Produtos Perigosos; Obras Civis e relacionados a Transporte de passageiros e cargas não perigosas.

Quanto à origem ou causa primária do agente causador, os desastres podem ser classificados em: Naturais ou Tecnológico (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009). Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana (Tominaga; Santoro; Amaral, 2009; Brasil, 2012; Kobiyama *et al.*, 2006; UNISDR, 2009). E o desastre tecnológico ocorre a partir de construções ou resultados de atividades antropogênicas.

1.5 MULTI-AMEAÇA

As ameaças naturais e tecnológicas apresentam atualmente uma complexidade maior, resultando na geração de perigos híbridos e quasi-naturais, cujas origens são consideravelmente mais intrincadas do que aquelas estudadas pelos geógrafos no início do século XX (Jones, 1993). Assim, quando confrontada com a simultaneidade de diversas ameaças, ocorre o que é conhecido como multi-ameaça ou ameaça composta (também referida como evento composto). Estes termos são frequentemente utilizados na literatura, sendo encontrados, por exemplo, como "*multi-hazard*" (Kappes *et al.*, 2012; Gill; Malamud, 2014; Gill; Malamud, 2016). Kappes *et al.* (2012) compreende o conceito como uma abordagem de todos os perigos num local, que abrange todas as condições, ambientais ou provocadas pelo homem, que têm o potencial de causar lesões, doenças ou morte; danos ou perda de equipamentos, serviços de infraestrutura ou propriedades; ou degradação funcional social, econômica ou ambiental. Em resumo, para o autor, a definição do termo multi-ameaça, num contexto de redução de riscos, poderia ser a seguinte: a totalidade dos perigos relevantes numa área definida.

Para Gill e Malamud (2016) uma abordagem multi-ameaças vai além da simples sobreposição de múltiplas ameaças únicas, parte de uma abordagem que também abrange as interações entre elas. Ou seja, uma análise das interações de ameaças e/ou redes de interação com efeito cascata. De modo que, a identificação de todos os perigos possíveis e espacialmente relevantes é uma característica importante de uma avaliação completa de multi-ameaças (Gill; Malamud, 2016).

De acordo com os autores, as interações podem existir tanto entre processos naturais, quanto em junção com processos antropogênicos (atividade humana) e o ambiente construído. A etapa de identificar e restringir as interações de perigos pode ajudar-nos a compreender melhor o potencial de ameaças enfrentado por uma região e, portanto, o risco de forma holística

(Gill; Malamud, 2024). Conforme Angeli *et al.* (2022) o termo multi-ameaças compreende a um compilado de eventos de perigo que coincidem no tempo e no espaço.

Contudo, para os autores há uma confusão nos termos *multi-hazard risk* (que na tradução refere-se a análise de multirrisco) e *multi-hazard* (multi-ameaça), que não são tidos como sinônimos. O termo multi-ameaças refere-se a uma série de abordagens onde múltiplas ameaças e as suas inter-relações são analisados e modelados, ao passo que o termo multirrisco é definido como uma avaliação de risco que considera o impacto de múltiplos perigos (Angeli *et al.*, 2022). Ou seja, segundo os autores, a abordagem de multirrisco envolve ter perspectivas de multi-ameaças e multivulnerabilidades compiladas.

Algumas problemáticas encontradas em estudos sobre o termo multi-ameaça, é que por vezes, o termo também é abrangido por riscos múltiplos (UNISDR, 2017). A avaliação de multi-ameaça na literatura é definida como uma abordagem que leva em consideração mais de um perigo em um determinado local (idealmente avançando para considerar todos os perigos conhecidos) e as inter-relações entre esses perigos, incluindo sua ocorrência simultânea ou cumulativa e suas potenciais interações, em uma região espacial específica e/ou período temporal específico (Kappes *et al.*, 2010; Gill; Malamud, 2014; Angeli *et al.*, 2022).

As avaliações das múltiplas ameaças de um determinado local são componentes chaves para uma avaliação de multirriscos. Conforme Galina *et al.* (2016) o interesse e a introdução do conceito de riscos múltiplos tiveram seu início na Conferência da Agenda 21 no Rio de Janeiro e foram, posteriormente, reforçados no Plano de Joanesburgo em 2002. Neste último, foi proposta uma abordagem abrangente para a gestão de desastres e redução de riscos, incorporando a análise completa de multi-ameaças (Gallina *et al.*, 2016). Desde então, as iniciativas para examinar as ameaças oriundas de diversas esferas, que afetam uma variedade de elementos em situação de vulnerabilidade, têm aumentado constantemente ao longo dos últimos anos.

Na Amazônia, por exemplo, essa perspectiva ainda é, em certa medida, incipiente. Trabalho de Santos *et al.* (2024) catalogaram as múltiplas ameaças no estado do Pará considerando dados cadastrados do Sistema Integrado de Informações sobre desastres (S2ID). Este trabalho foi realizado considerando dados de cada um dos 144 municípios. Mas em geral os trabalhos desenvolvidos focam apenas em um tipo de ameaça.

De acordo com Durham (2003), uma análise integrada, quantificação e comparação de todas as ameaças de uma área específica, constituem elementos fundamentais para o desenvolvimento sustentável e planejamento ambiental, pois, essa abordagem é essencial para uma gestão eficaz de emergências, tanto antes quanto durante eventos adversos. Dessa maneira,

para realização desta pesquisa, a avaliação de multi-ameaças é definida, partindo de uma abordagem ambiental, como a relação de ameaças naturais, resultantes da interação de ambiente físico e biótico e ameaças tecnológicas, que emanam das estruturas, processos e produtos tecnológicos e industriais.

2 METODOLOGIA

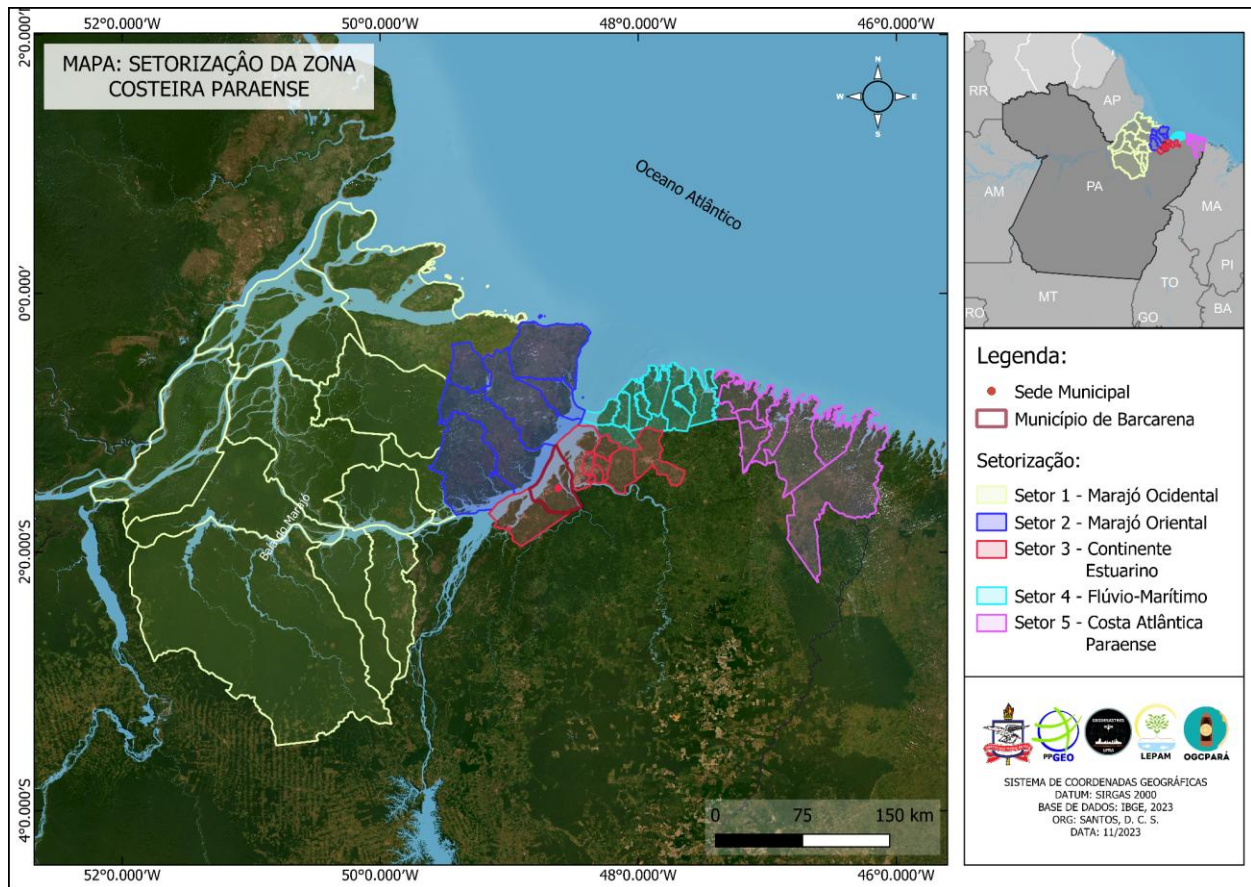
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para delimitação e caracterização da área de estudo, serão utilizados diversos dados para compor uma visão abrangente da paisagem. Inicialmente, será considerada a setorização da zona costeira do estado do Pará, bem como a localização do município de Barcarena, com destaque para seu histórico e zoneamento, incluindo os distritos municipais. A análise da geologia, (a geomorfologia será abordada de forma mais robusta nos resultados), pedologia, vegetação, clima, hipsometria, declividade e hidrografia, proporcionando uma visão integrada das condições físicas e ambientais da região.

O município de Barcarena é pertencente ao setor Continental Estuarino (El-Robrini *et al.*, 2001), da Zona Costeira Paraense (ZCP) que conforme a lei Estadual nº 9.604, de 25 de maio de 2020, instituiu a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro - PECG/PA, conforme a SEMAS (2020). A ZCP abrange um território de múltiplas geografias, com realidades distintas (Figura 4). Um lugar com diversos fins e usos, que exemplificam um real pertencimento para cerca de 47% da população do estado, portanto, necessita de um olhar diferenciado no processo de planejamento, ordenamento e gestão desse espaço.

Para fins da Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, a Zona Costeira do Estado do Pará é o espaço geográfico constituído pela faixa terrestre, composta por 47 municípios subdivididos em 5 setores (Mapa 1). O Setor 1 corresponde ao setor denominado como Marajó Ocidental; o Setor 2 ao Marajó Oriental; o Setor 3 ao Continental Estuarino; o Setor 4 ao Flúvio-Marítimo e o Setor 5 ao setor Costa Atlântica Paraense (Pará, 2020). A área de estudo localiza-se no setor 3, o Continental Estuarino. Além disso, em 2023 o município de Barcarena passa a integrar a Região Metropolitana de Belém, depois da aprovação unânime da Lei Complementar Nº 164, de 5 de abril de 2023 (Pará, 2020).

Mapa 1 - Setorização da Zona Costeira Paraense



Fonte: Adaptado de SEMAS (2020).

A área de estudo desta dissertação é o município de Barcarena. A sede do município encontra-se com as seguintes coordenadas geográficas: 01°30'24'' de latitude Sul e 48°37'12'' de longitude a Oeste de Greenwich, estando distante a 114 km da capital Belém, via terrestre pela Alça Viária do Pará (Mapa 2). O município possui área territorial de 1.310,338 km² e população de 126.650 pessoas, apresentando uma densidade demográfica de 96,65 hab/km² (IBGE, 2023).

Mapa 2 – Localização do Município de Barcarena – PA



Fonte: Autoria própria.

2.1.1 Histórico

No século XIX, Barcarena se tornou um importante ponto de apoio para a extração de recursos naturais da região amazônica, como a borracha (Hazeu, 2015). Essa atividade econômica atraiu imigrantes de diversas partes do Brasil, especialmente nordestinos, contribuindo para o crescimento populacional e desenvolvimento da região. No século XX, Barcarena experimentou um novo ciclo de desenvolvimento com a instalação de indústrias, especialmente na área de mineração e metalurgia, em torno dos grandes projetos se organizaram dinâmicas migratórias na Amazônia a partir da década de 1970 (Hazeu, 2015).

Barcarena foi incluída em um megaprograma de investimento do Governo Federal, escolhida como polo industrial-portuário na cadeia produtiva do alumínio, com incentivos e infraestrutura e capital, a partir da década de 70, durante os governos militares (Cruz, 2017). Devido a sua posição geográfica estratégica, em razão da proximidade com os mercados europeu e norte-americano, por ter as melhores condições para rota de grandes navios, disponibilidade de mão-de-obra barata, baixa densidade de ocupação e adjacência à capital Belém (Nahum, 2011). Sob a vigência do II Plano Nacional de Desenvolvimento instituiu-se a Política dos Pólos de Desenvolvimento e o Programa Grande Carajás, período em que ocorreu a instalação da Albras – Alumínio Brasileiro S.A., concluída em 1984 – e Alunorte – Alumina do Norte do Brasil S.A. – em Barcarena (Cruz, 2017).

Esse projeto nacional tinha como objetivo a maior integração da Amazônia na economia brasileira e internacional, através do acesso e exploração de suas riquezas naturais e minerais, ao mesmo tempo, em que buscava garantir a ocupação populacional sob a justificativa de integração nacional (Hazeu, 2015; Cruz, 2017). Após a descoberta de reservas minerais, como bauxita, alumínio e caulim, que impulsionaram a industrialização e a urbanização da cidade, desde os anos 1980 (Hazeu, 2015).

A instalação das indústrias de alumínio na cidade exigiu a construção da Hidrelétrica de Tucuruí e do Porto de Vila do Conde, para viabilizar a construção da usina em Tucuruí foi criada a Eletronorte – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A (Cruz, 2017). No entanto, conforme o autor, os sócios japoneses da Albras – Nippon Amazon Aluminium Corporation – questionaram sua participação na construção da hidrelétrica devido ao alto custo, para garantir o negócio, o governo brasileiro isentou os sócios dos custos com a usina hidrelétrica. Posteriormente, na década de 80, Albras e Eletronorte fecharam um contrato no qual a energia elétrica seria fornecida a preços vinculados ao valor do alumínio no mercado mundial, em vez de serem baseados nos custos de produção e transmissão de energia (Cruz, 2017). Assim, essas

empresas multinacionais estabeleceram-se na região para explorar esses recursos, intensificando as transformações na economia e paisagem local.

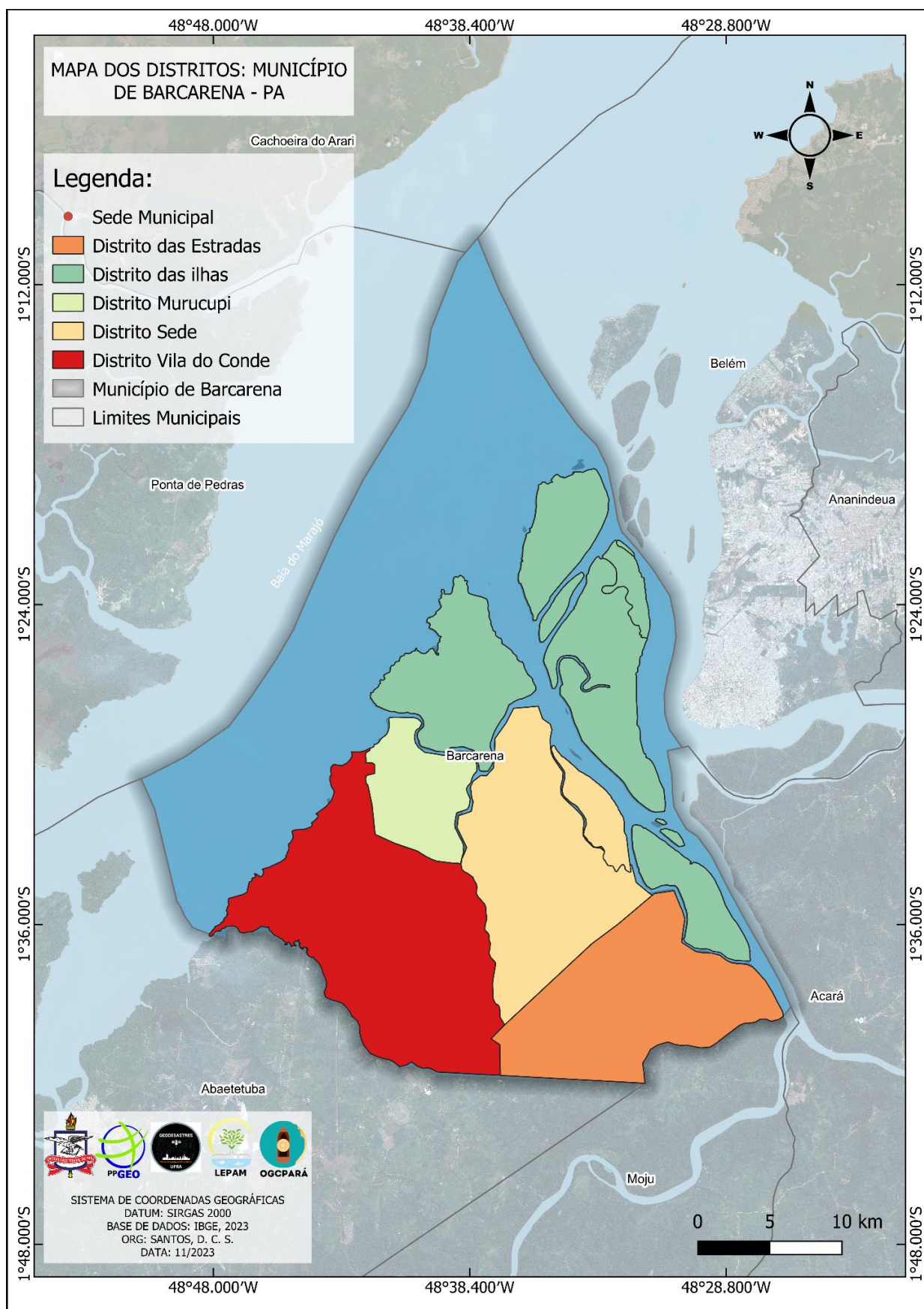
O estado do Pará é o maior produtor de caulim do Brasil, responsável por 72% da população brasileira, 16,7% da reserva nacional (Pará, 2016). A Ímerys Rio Campim Caulim, opera no Estado do Pará, com uma mina e uma instalação de pré-beneficiamento na região do Rio Capim (duas minas de grandes portes localizados no município de Ipixuna do Pará, e uma de médio porte no município de Aurora do Pará), e uma planta de beneficiamento e um terminal privativo em Barcarena. Com sua estrutura duplicada, a mineradora passou a ter a maior planta de beneficiamento de caulim do mundo e 71% de participação na produção de caulim no Brasil (Ímerys, 2016). No entanto, esse rápido desenvolvimento industrial também trouxe desafios ambientais e sociais. Pois, as comunidades e povos tradicionais que mantêm uma relação direta com a natureza no entorno das áreas da instalação industrial (Carmo *et al.*, 2016).

2.1.2 Plano Diretor e sua Proposta de Zoneamento

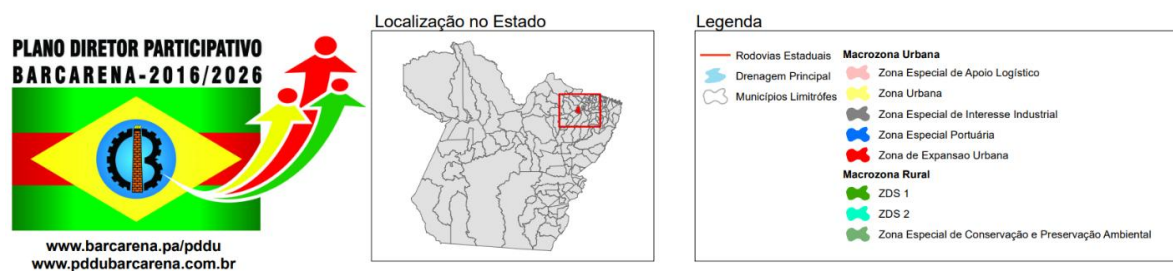
O município de Barcarena possui uma setorização (Mapa 3), conforme o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena (PDDUB), atualizado em 2016, em parceria com a SEMA, encontra-se o mapa político-administrativo do município que o recorta em 5 distritos, sendo eles: Vila do Conde, Murucupi, Sede, Estradas e Ilhas (Plano Diretor, 2016).

O Plano Diretor também compreende o Mapa de Zoneamento (Figura 3). O zoneamento do município se divide em: Zona Especial de Apoio Logístico, localizada no tríplice dos setores, de Vila do Conde, Sede e Estradas; A Zona Urbana e Zona de Expansão Urbana, concentrada na Sede e Vila do Conde; A Zona Especial de Interesse Industrial e a Zona Especial Portuária, em congruência com a região do complexo Industrial do município (Plano Diretor, 2016).

Mapa 3 – Mapa Político Administrativo: Distritos do município de Barcarena – PA



Fonte: Autoria própria.



Fonte: PDDUB (2016)

2.1.3 Geologia

A área de estudo possui quatro unidades geológicas (Mapa 4), sendo elas: Depósitos Aluvionares, Cobertura Sedimentar do Baixo Tocantins, Formação Barreiras, e a Cobertura Detrito-Laterítica. Os Depósitos Aluvionares Holocênicos, do período Quaternário, se estendem pelas ilhas e formam uma planície de acumulação constituída por cascalhos, areias, siltes e argilas, esta litologia está sujeita a inundações sazonais (IBGE, 2022).

A Cobertura sedimentar do Baixo Tocantins, do período Terciário, representa a área de terra firme; e a Formação Barreiras, Segundo Rossetti *et al.* (1989), é constituída por conglomerados polimíticos intercalados por areia e argila. Já a formação Detrito-laterítica neo pleistocênica constitui a maior feição geológica do município, formada por sedimentos argilo-arenosos, parcial a totalmente pedogeneizados (IBGE, 2022).

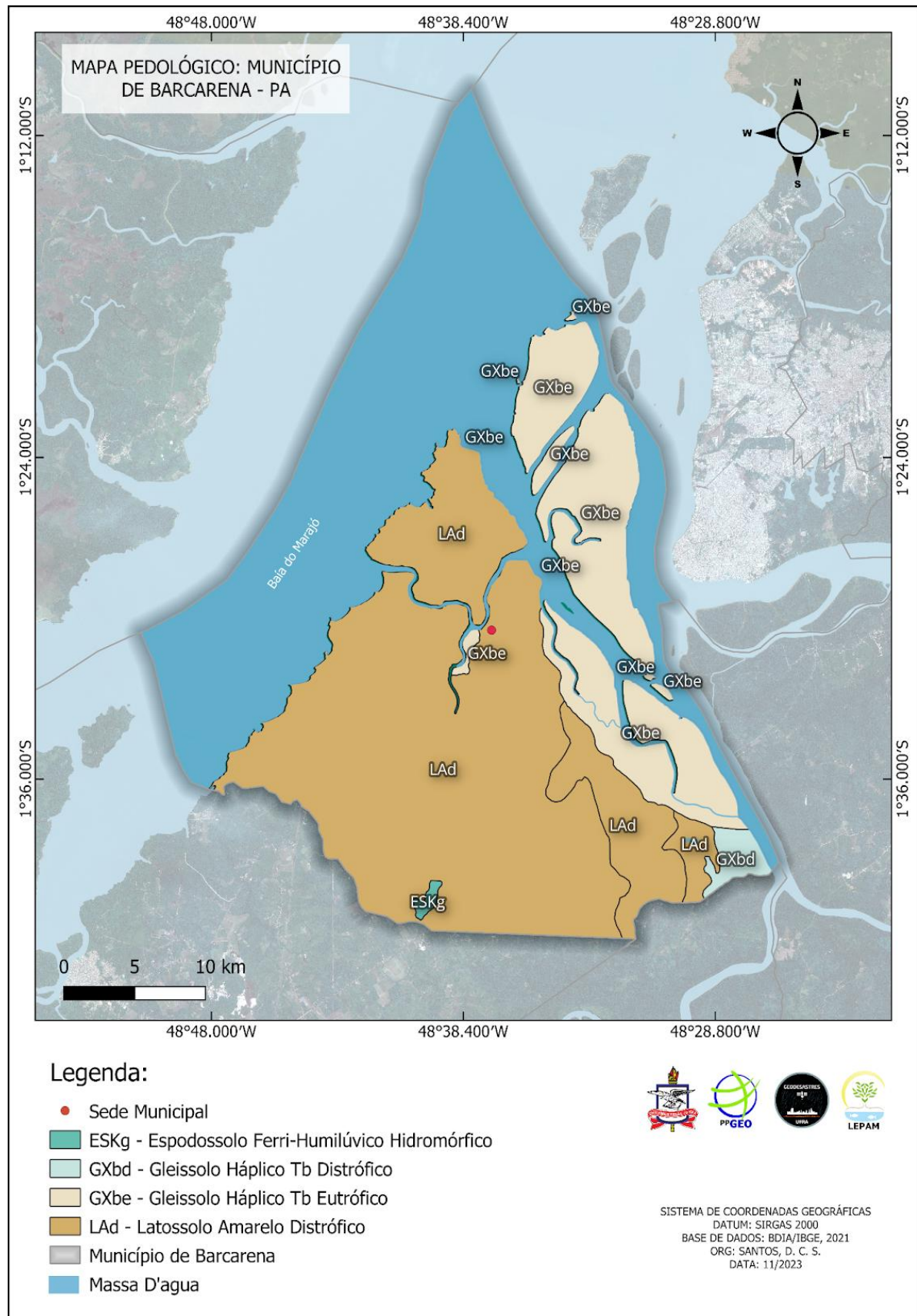
2.1.4 Pedologia

A Pedologia da área de estudo, conforme os dados do BDIA (IBGE, 2022), foram mapeados em três ordens de solos: Espodossolo, Gleissolo e Latossolo, com quatro subordem: Espodossolo ferr-humilúvico, Gleissolo háplico distrófico, Gleissolo háplico eutrófico e Latossolo Vermelho amarelo. Segundo Melo Junior (2002), na porção continental do município de Barcarena, o solo predominante é o latossolo amarelo distrófico, textura média, desenvolvido sobre as rochas do Grupo Barreiras, formado em relevo plano sob floresta densa. Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocupam boa parte do território municipal, são solos minerais, geralmente bem drenados e típicos de relevo plano (EMBRAPA, 2017).

Os Gleissolos Hápicos abrangem a macrozona rural das Ilhas (Freitas, 2021) e são solos que em sua composição argilosa, regular ou constantemente saturados com água, um deles sendo hidromórficos desenvolvendo problemas quando drenados, dificultando o crescimento de raízes (Mapa 5). Dividem-se em: Tb Distróficos, que são solos com argila de baixa atividade e de baixa fertilidade e em Tb Eutróficos, são solos com argila de baixa atividade e de alta fertilidade (EMBRAPA, 2017).

Os Espodossolos Ferri-Humilúvicos, são solos, em geral, moderados a fortemente ácidos, normalmente com saturação por bases baixas (distróficos), podendo ocorrer altos teores de alumínio extraível, a textura é predominantemente arenosa, sendo menos comumente textura média e raramente argilosa e ocorrem associados a locais de umidade elevada (EMBRAPA, 2017).

Mapa 5 – Mapa Pedológico do município de Barcarena - PA



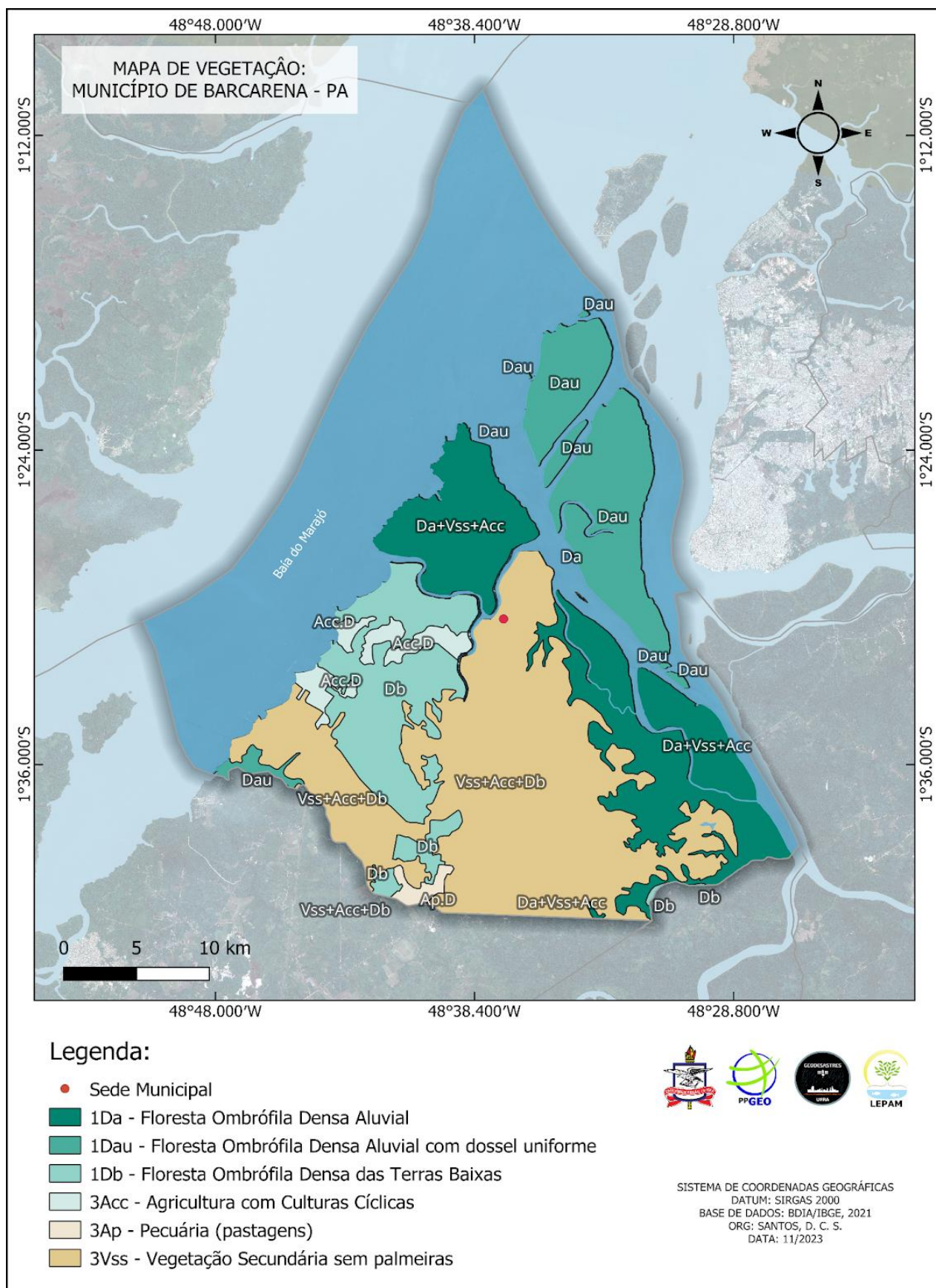
Fonte: Autoria própria.

2.1.5 Vegetação

A região das ilhas é composta pela Floresta Ombrófila Densa Aluvial, onde mais ao norte tal formação se expande com a categoria de dossel uniforme. No seu interior, de acordo com (IBGE, 2009), a cobertura vegetal densa de Floresta foi quase totalmente substituída pela ação dos desmatamentos, para o plantio de espécies agrícolas de subsistência. Caracterizando assim, diferentes estágios de desenvolvimento de Vegetação Secundária, onde se localizam também, as áreas de pastagens (Mapa 6).

Ao leste, encontram-se vegetações de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Agriculturas com culturas cíclicas, ao longo das margens dos rios e igarapés, predominam as florestas ciliares e de várzeas nos trechos sob influência de inundações, margeando os grandes rios e as ilhas do município (Pará, 2006). Há também uma vegetação de várzea típica de áreas inundáveis, sobretudo palmeiras, tais como açai, Buriti, entre outras (Melo Junior, 2002).

Mapa 6 – Mapa de Cobertura do município de Barcarena – PA



Fonte: Autoria própria.

2.1.6 Clima

Segundo Martins (2010) o clima do litoral paraense é caracterizado como quente e úmido tido como Af pela classificação de Koppen. Em relação à temperatura anual, ela varia entre 18 °C (mínima) e 33 °C (máxima), sendo observados valores extremos de 42 °C nos meses de agosto a outubro (El-Robrini *et al.*, 2006). A temperatura média são aproximadamente 27 °C, possuindo um índice médio pluviométrico anual de 2.532 mm (INMET, 2022).

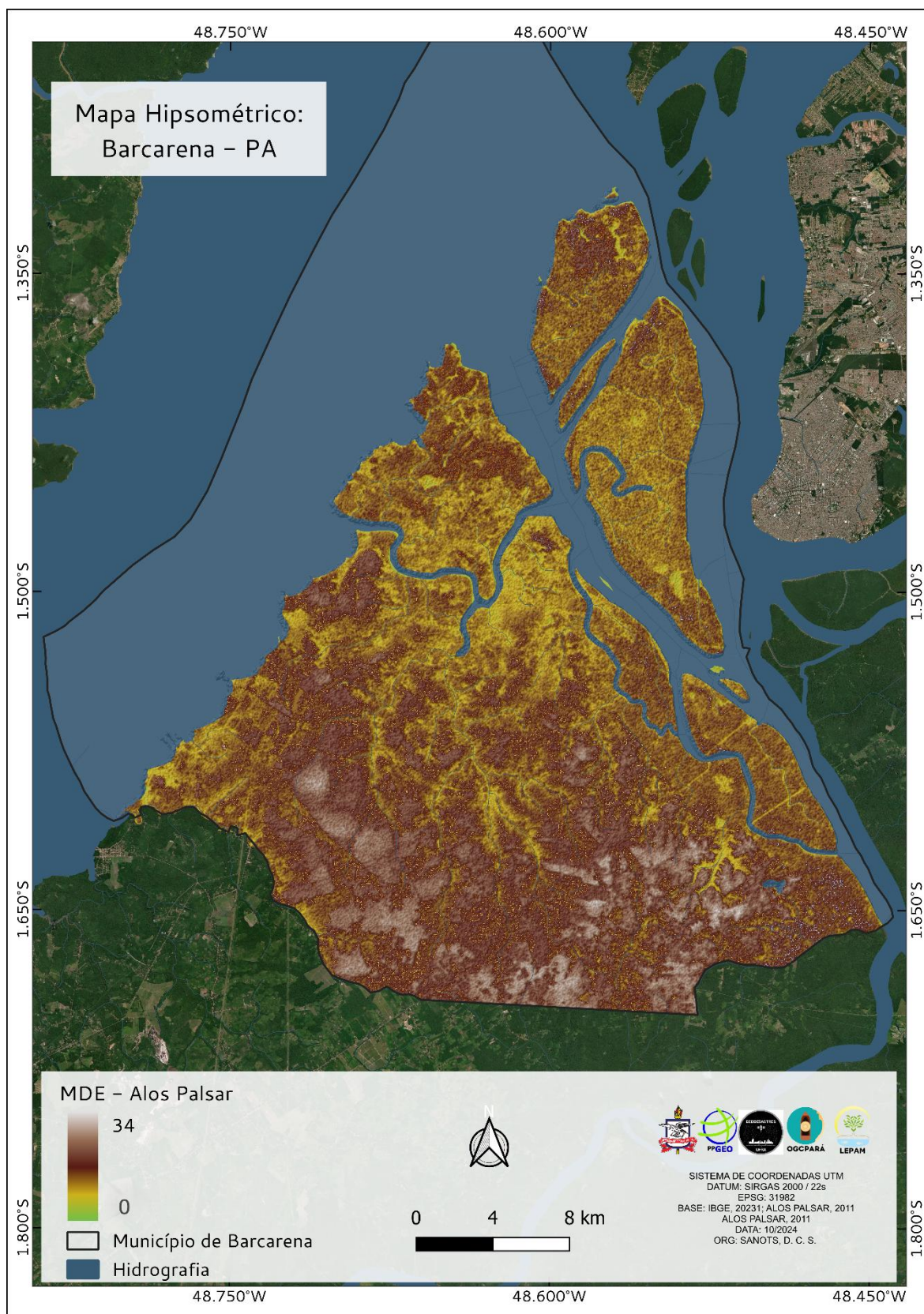
De acordo com Farias (1994) de dezembro a maio, ocorre o período chuvoso, onde precipitam cerca de 78% das chuvas, onde a umidade relativa do ar é superior a 85% em boa parte do município. Já o período mais seco vai de junho a novembro, sendo que de junho a agosto há pouca precipitação; de setembro a outubro é praticamente seco, voltando a aumentar nos meses de dezembro a maio (Boulhosa, 2006).

2.1.7 Hipsometria e Declividade

A altimetria de Barcarena, que varia de 0 metros nas áreas baixas mais baixas, correspondendo aos vales dos rios que contornam o município, até 34 metros nas partes mais elevadas, localizadas principalmente na região centro-sul, no Distrito das Estradas. Entretanto, a maior parte do município está entre 3 e 8 metros de altitude, com os tabuleiros podendo alcançar até 20 metros (Mapa 7).

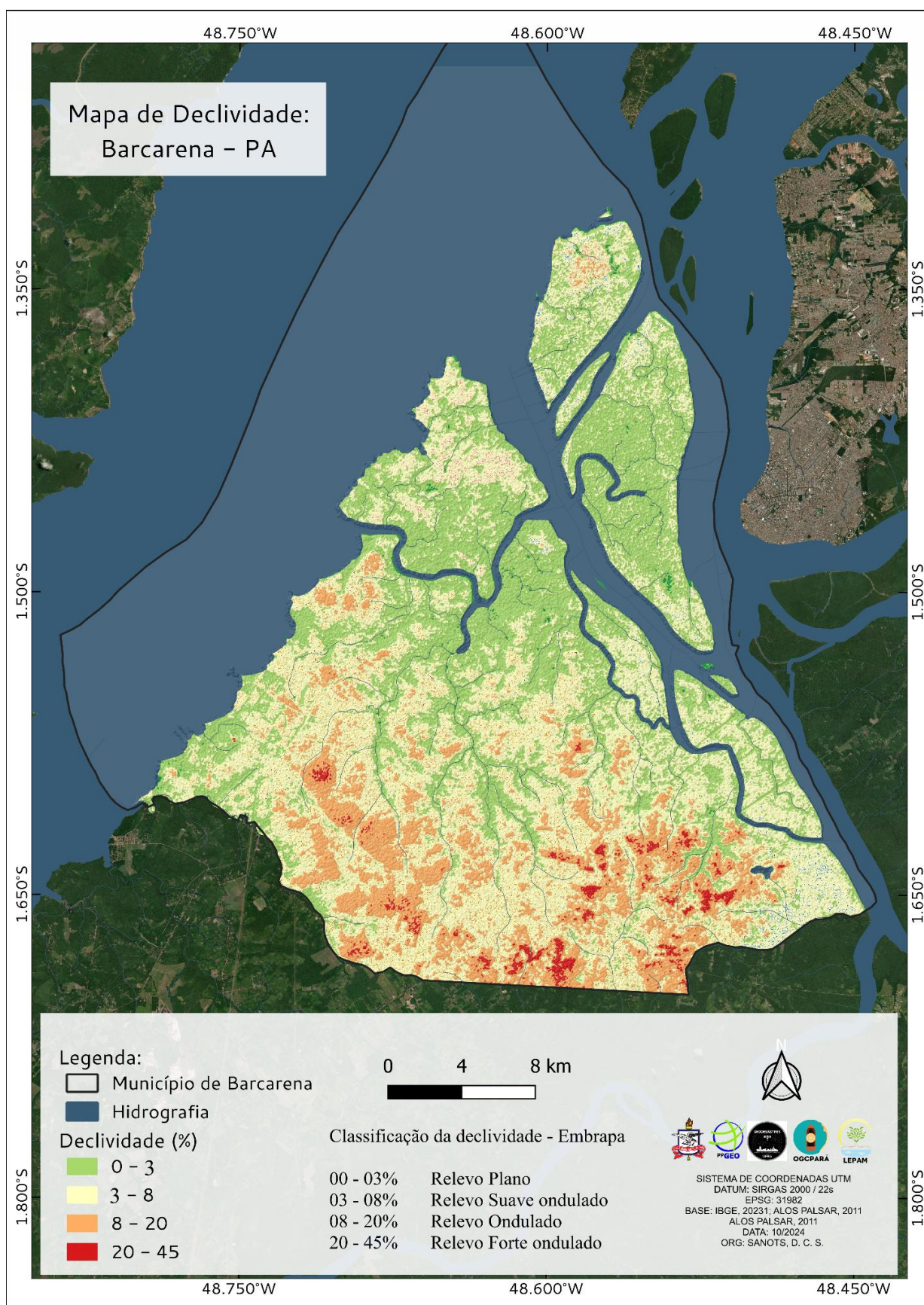
A declividade foi gerada em porcentagem, estabelecendo quatro classes que variam de plano a fortemente variado, de acordo com a classificação da Embrapa (2009) e com adaptações conforme os declives observados na área de estudo. As classes foram delineadas da seguinte forma: 0–3% (Plano), 3–8% (Suave Ondulado), 8–20% (Ondulado) e 20–45% (Forte Ondulado) (Mapa 8).

Mapa 7 – Mapa de Hipsometria: Barcarena - PA



Fonte: Autoria própria.

Mapa 8 – Mapa de Declividade: Barcarena - PA



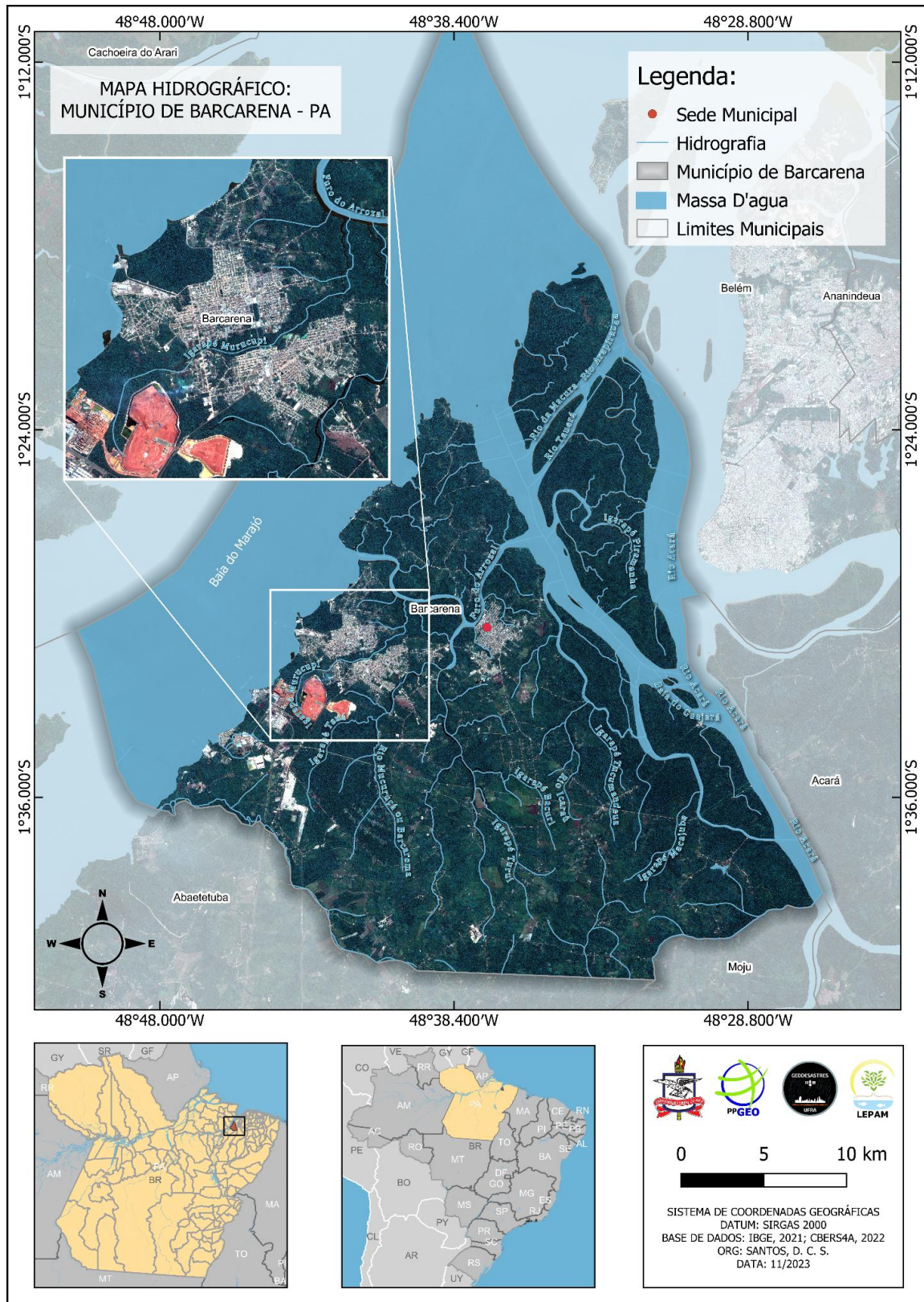
Fonte: Autoria própria.

2.1.8 Hidrografia

A hidrografia de Barcarena é caracterizada por uma rede de rios significativos, incluindo o rio Arienga, Curuperé, Murucupi e Dendê, além dos furos do Arrozal, Cafezal e Arapari, com a maioria dessas correntes desembocando na Baía do Marajó (Mapa 9). Além disso, diversos furos separam a porção continental do insular do município, entre eles o furo do Arrozal, que separa a Ilha de Carnapijó e recebe os afluentes rio Barcarena e rio Itaporanga (Pacheco Júnior, 2003). Na direção sudoeste, o rio Arienga serve como limite com o município de Abaetetuba, enquanto a sudeste, o limite com o município de Moju é marcado pelo igarapé Cabresto (Pará, 2006).

Existem comunidades ribeirinhas na Ilha São João e às margens do rio Curuperé desde antes da construção do Complexo Industrial de Barcarena (Bordalo; Ferreira; Silva, 2017). Ainda segundo os autores, os relatos dos moradores das comunidades ribeirinhas envolvidas, no começo da década de 1990, com a instalação de várias fábricas no Complexo Industrial de Barcarena, foi iniciado o conflito, visto que nesse período surgiram as primeiras modificações nos corpos d'águas próximas às comunidades. Os acontecimentos representam ameaças à sobrevivência dos corpos d'água, a biota e as populações situadas na área e expõem a vulnerabilidade dos recursos naturais e a fragilidade da gestão ambiental e hídrica no município (Bordalo *et al.*, 2012).

Mapa 9 – Mapa Hidrográfico do município de Barcarena – PA



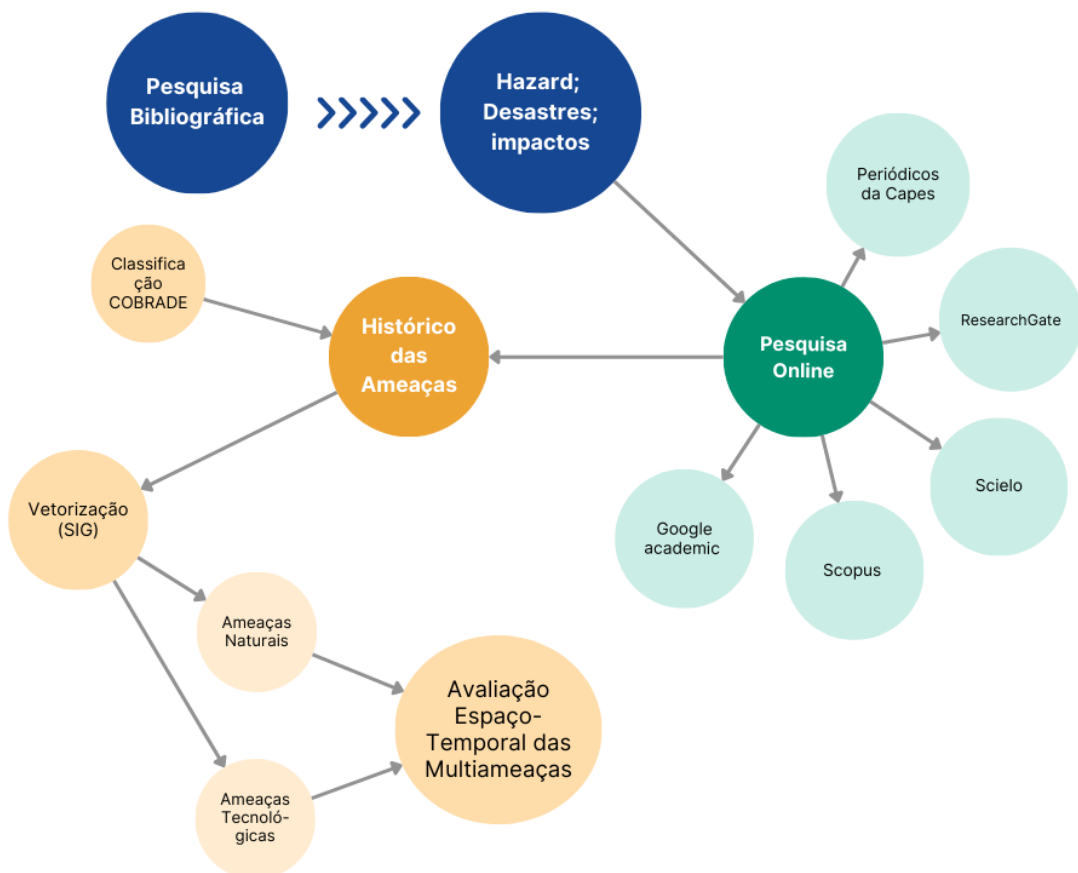
Fonte: Autoria própria.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia desta pesquisa está embasada em uma revisão crítica da literatura que aborda as diferentes ameaças na região e no período de interesse, a espacialização desses eventos perigosos e uma análise da paisagem. A pesquisa bibliográfica para Gil (2002, p. 44), “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Contudo, para Lakatos e Marconi (2003, p. 183): “não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”. Dessa forma, a primeira etapa consistiu na realização da revisão bibliográfica criteriosa (Figura 4), que apresenta uma visão geral das principais abordagens de ameaças catalogadas e classificadas em duas categorias, segundo a COBRADE (2012).

Figura 4 - Fluxograma da Etapa de Pesquisa Bibliográfica



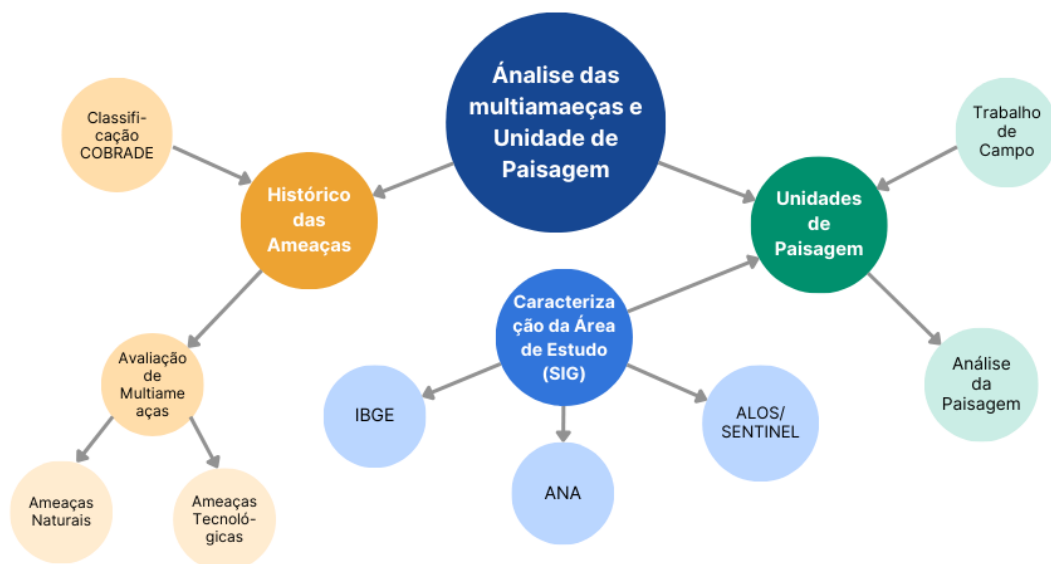
Fonte: Autoria própria.

2.2.1 Mapeamento das Multi-ameaças

Os dados secundários coletados na etapa anterior foram submetidos a análises detalhadas e classificados por meio da técnica de vetorização, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG), QGIS 3.28.6 (Figura 5). Essa classificação permitiu a identificação e representação em formato vetor das ameaças naturais e tecnológicas conforme as categorias estabelecidas no sistema COBRADE (Brasil, 2012) (Quadro 1). Foi empregada a abordagem metodológica proposta por Gill e Muland (2016), afirmando que as metodologias de multi-ameaças, portanto, deveriam idealmente avaliar todas as ameaças individuais identificadas relevantes para uma área espacial definida e caracterizar todas as interações possíveis entre essas ameaças identificadas.

Para a tabulação dos gráficos e tabelas, utilizou-se o Excel. Por fim, visando uma visão temporal da distribuição das ameaças identificadas entre os anos de 2000 – 2021. Essa abordagem metodológica proporcionou a obtenção e compilação das informações, resultando no mapa síntese das multi-ameaças enfrentadas por Barcarena - PA.

Figura 5 - Fluxograma dos Materiais e Métodos



Fonte: Autoria própria.

Quadro 1 – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres

COBRADE	Grupo	Sub-Grupo	Ameaça
NATURAL	Geológico	Movimento de Massa	Deslizamentos
		Erosão	Erosão costeira/Marinha
			Erosão de margem fluvial
	Hidrológico	Inundações	Inundações
		Alagamentos	Alagamentos
	Meteorológico	Tempestades	Chuvas intensas
		Temperaturas extremas	Onda de calor
	Climatológico	Seca	Seca
			Incêndio florestal
TECNOLÓGICO	Desastres relacionados a Produtos Perigosos	Desastres em Distritos Industriais com extravasamento de Produtos Perigosos	Liberação de Produtos Químicos para a Atmosfera causada por Explosão ou Incêndio
		Desastres relacionados a Contaminação da Água	Liberação de Produtos Químicos nos Sistemas de Água Potável
			Derramamento de Produtos Químicos em Ambiente Lacustre
		Desastres relacionados a Transporte de Produtos Perigosos	Transporte Rodoviário
			Transporte Dutoviário
			Transporte Aquaviário
	Desastres relacionados a Incêndios Urbanos	Incêndios Urbanos	Incêndios em Distritos Industriais
	Desastres relacionados a Obras Cíveis	Rompimento/Colapso de Barragens	Rompimento/Colapso de Barragens

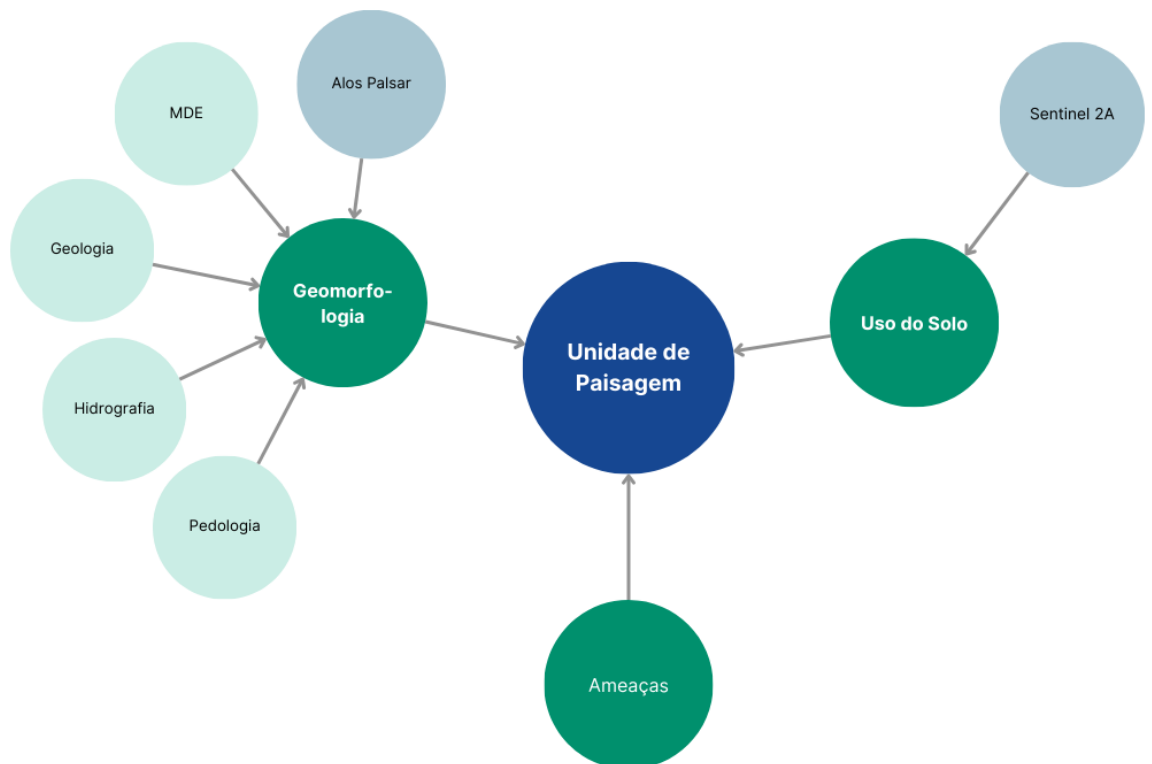
Fonte: Adaptado de COBRADE (Brasil, 2012)

2.2.2 Mapeamento da Paisagem

O mapeamento das unidades de paisagem seguiu a proposta dos autores Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), no livro “Geoecologia das paisagens: uma visão Geossistêmica da análise ambiental”, como “unidades geoecológicas” (ou geoambientais) entende-se a

individualização, tipologia e unidades regionais e locais da paisagem. Os autores destacam a importância da regionalização e tipologia na análise paisagística regional, visto que esses elementos constituem a base para compreender as propriedades espaço-temporais dos complexos territoriais. Estes complexos são influenciados tanto por fatores naturais quanto antropogênicos, e sua reprodução depende dessas influências. Para a análise da Paisagem, foram utilizadas as informações sobre o uso e cobertura do solo, geomorfologia e das multi-ameaças (Figura 6).

Figura 6 – Fluxograma da Análise da Unidade de Paisagem



Fonte: Autoria própria.

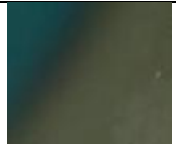
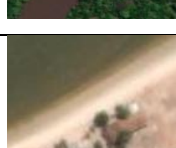
Para o mapeamento do uso e cobertura do solo, foi utilizado o satélite Sentinel-2A, na qual foram empregadas técnicas de segmentação de imagem e composição falsa-cor RGB (R3G8B4). Esse satélite multiespectral, da Agência Espacial Europeia (ESA), possui imagens de alta resolução espacial (10 metros) e temporal (5 dias), permitindo uma visão detalhada da superfície terrestre.

Utilizando o método de mapeamento supervisionados, mediante classificadores de aprendizado de máquina, mediante assinaturas espectrais únicas atribuídas a cada classe de uso e cobertura, com o uso do Plugin Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) e o classificador

de Máxima Verossimilhança (MaxVer), no software QGis versão 3.34.4. Tendo como resultado, o mapa de uso do solo e cobertura, em escala municipal, apresentando a distribuição espacial das classes mapeadas.

Após a pré-classificação, os dados passaram por uma reclassificação manual por meio da vetorização do raster, permitindo ajustar os píxeis que, devido à tonalidade semelhante, foram inicialmente classificados incorretamente. Ao final, foram definidas as seguintes classes: Água, Vegetação Florestal, Solo Exposto, Área Industrial, Área Urbanizada, Agropecuária, Comunidades Ribeirinhas, Planície Costeira e Ocupações Espontâneas (Quadro 2).

Quadro 2 - Classes do mapa de uso e cobertura do solo

Classe	Definição	Amostra espectral
Hidrografia	Águas interiores e costeiras, cursos de água e canais, lagos, lagunas, estuários e baías (MAPBIOMAS, 2017).	
Vegetação	Florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 metros (IBGE, 2013).	
Solo exposto	Ambientes antrópicos, decorrentes da degradação provocada pelas atividades humanas que deixam o solo sem vegetação (IBGE, 2013).	
Área industrial	Ampla variedade de atividades industriais com estruturas antrópicas construídas; podem manter vínculos com o setor agropecuário (IBGE, 2013).	
Área Urbanizada	Áreas estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas; são categorizadas a partir de vila, cidades e sedes distritais (MAPBIOMAS, 2017).	
Ocupações urbano-rurais	São constituídas por usos e coberturas de terras cultivadas de cultivo ou para atividades de gado (INPE, 2014) ou de ocupações inseridas na interface urbano-rural.	
Comunidades Ribeirinhas	População tradicional na Amazônia com relação extrativista com a biodiversidade local (Lira; Chaves 2016).	
Planície Costeira	Sedimentos arenosos, com baixa declividade, sendo influenciadas pelas ondas e correntes de marés (CPRM, 2019)	

Fonte: Autoria própria.

O mapeamento geomorfológico desenvolveu-se a partir da sobreposição dos dados do MDE e da declividade. O MDE (Modelo Digital de Elevação) foi gerado a partir do satélite Alos Palsar. Com 12,5 metros de resolução espacial, a partir dele tem-se a etapa de elaboração das curvas de nível, do mapa de hipsometria, sombreamento e imagem de composição colorida (RGB). Todas as etapas que envolve geoprocessamento de imagens e produção cartográfica, bem como análise espacial foram produzidas no software QGIS, versão 3.34.4.

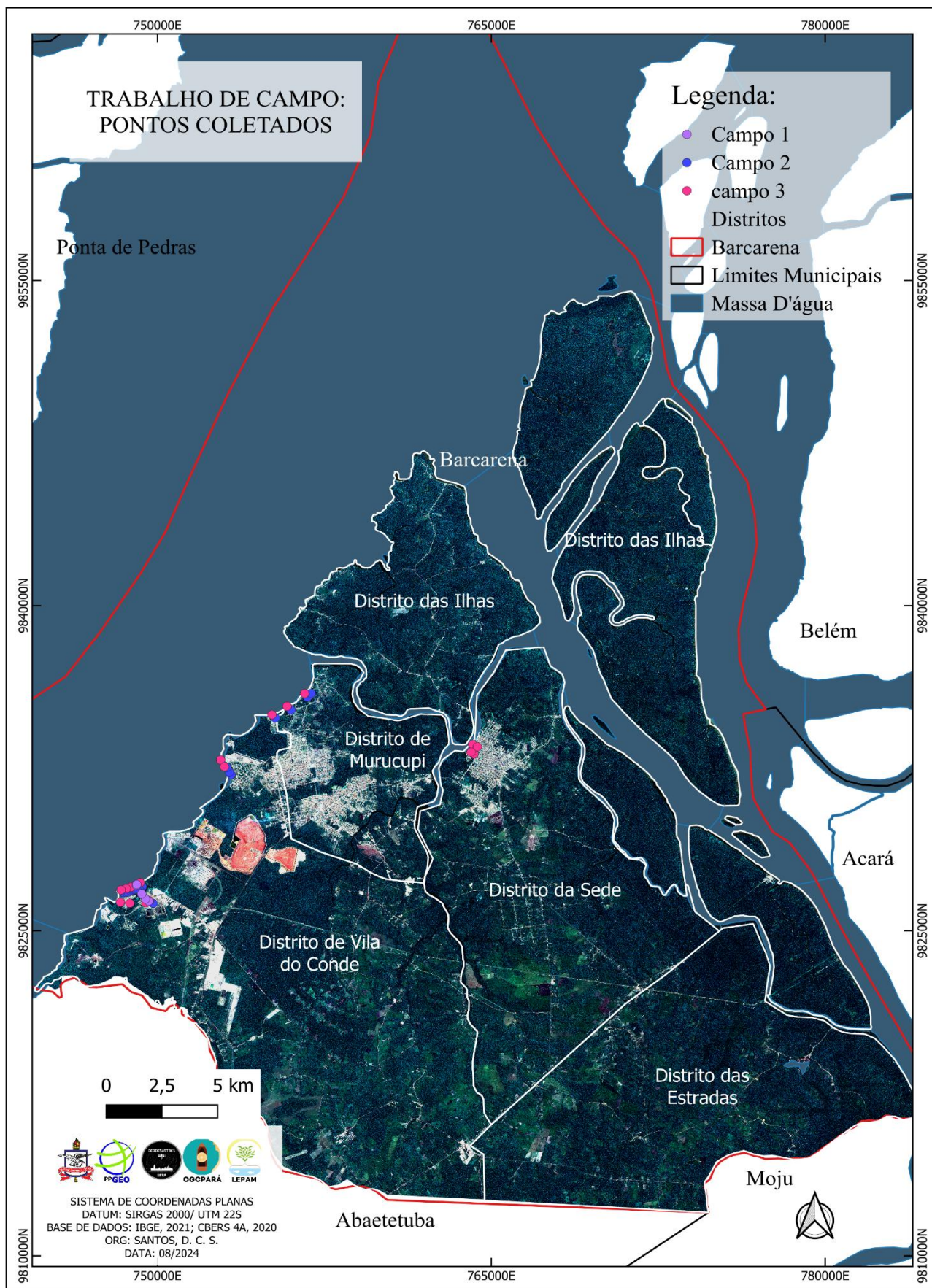
Por fim, na etapa de elaboração síntese final, passou pelo processo de vetorização para unificação das unidades de paisagem, conforme as diferentes tipologias de Uso, Geomorfologia e Multi-ameaças predominantes em cada agrupamento ou distrito de separação. Essas etapas combinadas resultam na produção de um mapa que distingue, caracteriza, classifica e cartografa as unidades paisagens de Barcarena.

2.3 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado nos dias 15 de março de 2024 (Campo 1), 17 de maio de 2024 (Campo 2) e 03 de agosto de 2024 (Campo 3). O campo exploratório 1 ocorreu no Bairro Industrial e de Vila do Conde. Foi feita uma identificação dos elementos construídos no entorno da bacia de rejeitos de caulim nº 3 (B3). O segundo trabalho de campo o Bairro de Vila do Conde, Bairro de Itupanema e as Praias de Caripi e Fazendinha. O Bairro de Vila do Conde e Itupanema são pertencentes ao Distrito de Vila do Conde, e a Praia de Fazendinha compreende ao Distrito de Murucupi.

Para localização dos campos 1 e 2 fora utilizado o aplicativo para celular Avenza Maps, desenvolvido pela Avenza Systems Inc e o Google Maps, permitindo a visualização e análise de informações georreferenciadas (Avenza Maps, 2024). A Avenza também permite que imagens sejam carregadas e utilizadas de maneira offline, nesse caso foi possível carregar o mapa de localização e trabalhar em cima dele mesmo sem acesso à internet. O terceiro trabalho de campo foram mapeados e coletado os pontos com o auxílio do Drone Mavic 3E do laboratório Geodesastres da Universidade Federal Rural da Amazônia. Sendo visitados o Distrito Sede, Distrito de vila do Conde e Murucupi, e as praias de Caripi e Fazendinha (Mapa 10).

Mapa 10 – Pontos Coletados em Trabalhos de Campo



Fonte: Aatoria própria.

3 ANÁLISE TEMPORO-ESPACIAL DAS MULTI-AMEAÇAS

3.1 ANÁLISE TEMPORAL

Foram identificadas 45 ameaças na área de estudo, nos anos de 2000 a 2021. Destas 11% de origem natural e 89% de origem tecnológica. Ao todo, 26 autores foram utilizados como base para esta compilação temporo-espacial (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação das Multi-ameaças de Barcarena - PA

(continua)

Grupo	Subgrupo	Evento	Distrito	Ameaça	Local	Ano	Autor
Produtos perigosos	Transporte aquaviário	Naufrágio - Miss Rondônia	Vila do Conde	Vazamento de óleo	Praia de Conde	2000	Santos; Vilhena, 2018; Rodrigues; Hazeu, 2019; Steinbrenner, 2020; Santos; Farias; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Produtos perigosos	Transporte aquaviário	Derramamento de coque	Vila do Conde	Derramamento de coque	Rio Pará	2002	Santos; Vilhena, 2018; Nascimento, 2019; Steinbrenner, 2020; Mané <i>et al.</i> , 2022; Santos; Farias; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de lama vermelha		Vazamento de Rejeito	Rio Murucupi	2003	Nascimento; Hazeu, 2015; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Santos; Vilhena; Nascimento, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de lama vermelha		Vazamento de Rejeito	Rio Murucupi		Nascimento, Hazeu, 2015; Rodrigues; Hazeu; Nascimento, 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	vazamento de soda cáustica		Vazamento de Rejeito	Rio Pará		Lemos; Pimentel, 2021
Contaminação da água	Ambiente fluvial	lançamento de efluentes líquidos	Murucupi	Contaminação do meio ambiente	Arrozal, Itupanema e rio Pará		Saavedra, 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Contaminações pelo caulim	Vila do Conde	Vazamento de Rejeito	Igarapés entorno da Imerys		Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Transbordo de barragem	Murucupi	Vazamento de Rejeito	Rio Murucupi		Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020
-	-	Chuva de fuligem	Vila do Conde	Contaminação do meio ambiente	Vila do Conde		Lemos; Pimentel, 2021

Quadro 3 - Classificação das Multi-ameaças de Barcarena – PA

(continuação)

Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de Rejeito		Vazamento de Rejeito	Rio Curupeté e Rio Dendê	2004	Santos; Vilhena, 2018; Saavedra; Hazeu <i>et al.</i> ; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> , 2023; Gester <i>et al.</i> , 2023
-	-	Chuva de fuligem		Contaminação do meio ambiente	Vila do Conde		Nascimento, Hazeu, 2015; Rodrigues; Hazeu; Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020; Mané <i>et al.</i> , 2022; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	vazamento de soda cáustica		Vazamento de Rejeito	Rio Pará	2005	Rodrigues; Hazeu; Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020; Mané <i>et al.</i> , 2022; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de Rejeito		Vazamento de Rejeito	Rio Pará		Nascimento, Hazeu, 2015; Santos; Vilhena, 2018; Steinbrenner, 2020; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de Rejeito		Vazamento de Rejeito	Rio Murucuá, Rio Caripi		Carmo, 2019
Contaminação da água	sistemas de água potável	Contaminação do lençol freático		Contaminação da água potável	Bairro industrial	2006	Nascimento, Hazeu, 2015; Saavedra; Hazeu <i>et al.</i> ; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
-	-	Chuva de fuligem		Contaminação do meio ambiente	Vila do Conde		Nascimento, Hazeu, 2015; Hazeu <i>et al.</i> ; Rodrigues; Hazeu, 2019
Obras civis	Colapso de barragens	Fissuras e vazamento de caulim.		Vazamento de Rejeito	Rio Curupeté e Rio Dendê		Carmo, 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Descarte de rejeitos		Vazamento de Rejeito	Rio Pará		Avelar, 2019; Lemos; Pimentel, 2021
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Mortandade de peixes		Contaminação do meio ambiente	Rio Arienga	2007	Santos; Vilhena, 2018; Steinbrenner, 2020; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de caulim		Vazamento de Rejeito	Igarapés Curupeté e Dendê		Nascimento; Hazeu, 2015; Saavedra; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Nascimento, 2019; Steinbrenner, 2020; Coutinho <i>et al.</i> ; Gester <i>et al.</i> , 2023

Quadro 3 - Classificação das Multi-ameaças de Barcarena – PA

(continuação)

Produtos perigosos	Transporte aquaviário	Naufráfio - Jeany Gladon		Vazamento de óleo	Furo do arrozal	2008	Nascimento; Hazeu, 2015; Santos; Vilhena, 2018; Steinbrenner, 2020; Farias; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de caulim		Vazamento de Rejeito	Rios das Cobras e igarapés Curuperé, Dendê e São João		Hazeu <i>et al.</i> ; Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020; Gester <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Contaminação dos igarapés		Contaminação do meio ambiente	Vila do Conde		Saavedra, 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de lama vermelha		Vazamento de Rejeito	Rio Murucupi	2009	Nascimento; Hazeu, 2015; Santos; Vilhena, 2018; Rodrigues; Hazeu; Nascimento; Carmo, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Mané <i>et al.</i> , 2022; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
-	-	Chuva de fuligem		Contaminação do meio ambiente	Bairro industrial	2010	Nascimento; Hazeu, 2015; Rodrigues; Hazeu; Nascimento; Carmo; Hazeu <i>et al.</i> , 2019; Steinbrenner, 2020; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Obras civis	Colapso de barragens	Rompimento de duto		Vazamento de Rejeito	Rio Curuperé e Rio Dendê	2011	Nascimento; Hazeu, 2015; Santos; Vilhena, 2018; Hazeu <i>et al.</i> ; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> ; Gester <i>et al.</i> , 2023
Obras civis	Colapso de barragens	Fissuras de duto		Vazamento de Rejeito	Rio Maracá	2012	Nascimento; Hazeu, 2015; Santos; Vilhena, 2018; Hazeu <i>et al.</i> ; Saavedra; Rodrigues; Hazeu; Carmo; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Substituição de mineroduto e vazamento		Vazamento de Rejeito	Rio Curuperé	2013	Hazeu <i>et al.</i> ; Saavedra; Avelar, 2019; Lemos; Pimentel, 2021

Quadro 3 - Classificação das Multi-ameaças de Barcarena – PA

(continuação)

Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de Caulim		Contaminação do meio ambiente	Rio Curupeté, Rio Dendê	2014	Nascimento; Hazeu, 2015; Hazeu <i>et al.</i> ; Saavedra; Rodrigues; Hazeu; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Coutinho <i>et al.</i> ; Gester <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de rejeitos		Contaminação do meio ambiente	Rio Curupeté e Rio Dendê		Santos; Vilhena, 2018; Carmo, 2019
Produtos perigosos	Transporte aquaviário	Naufrágio Haidar		Vazamento de óleo	Rio Pará	2015	Nascimento; Hazeu, 2015; Santos; Cruz, 2017; Vilhena, 2018; Corrêa; Rodrigues; Hazeu, 2019; Farias; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de Caulim		Vazamento de Rejeito	Rio das Cobras, Rio Curupeté, Rio Dendê, Rio São João, Vila do Conde		Hazeu <i>et al.</i> ; Saavedra; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> ; Gester <i>et al.</i> , 2023
Produtos perigosos	Transporte aquaviário	Naufrágio do rebocador Ciclope		Vazamento de óleo	Vila do Conde		Steinbrenner, 2020
Geológico	Erosão fluvial	Erosão	Ilhas	Desmoronamento de barrancos	Ilhas	2016	Costa; Fonseca, 2019
Geológico	Erosão marinha	erosão	Ilhas	Processo de desgaste (rochosa ou praia)	Ilhas		Costa; Fonseca, 2019
Geológico	Movimento de massa	Deslizamento	Vila do Conde	Movimentos rápidos de solo	Vila do Conde		Costa; Fonseca, 2019
Hidrológico	Inundação	Inundação	Sede	Transbordo do curso d'água	Sede		Costa; Fonseca, 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Contaminação por metais pesados	Vila do Conde	Vazamento de Rejeito	Rio Pará, Rio Dendê		Hazeu <i>et al.</i> ; Saavedra; Avelar, 2019; Steinbrenner, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Coutinho <i>et al.</i> ; Gester <i>et al.</i> , 2023
-	-	-	-	-	-	2017	-
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento de rejeitos	Vila do Conde	Vazamento de Rejeito	Rio Pará	2018	Santos; Vilhena, 2018; Carmo; Rodrigues; Hazeu, 2019; Steinbrenner <i>et al.</i> , 2020; Mané <i>et al.</i> , 2022; Coutinho <i>et al.</i> , 2023
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Lançamentos de efluentes líquidos	Murucupi	Lançamentos de rejeitos	Comunidade de murucupi		Lemos; Pimentel, 2021

Quadro 3 - Classificação das Multi-ameaças de Barcarena – PA

(conclusão)

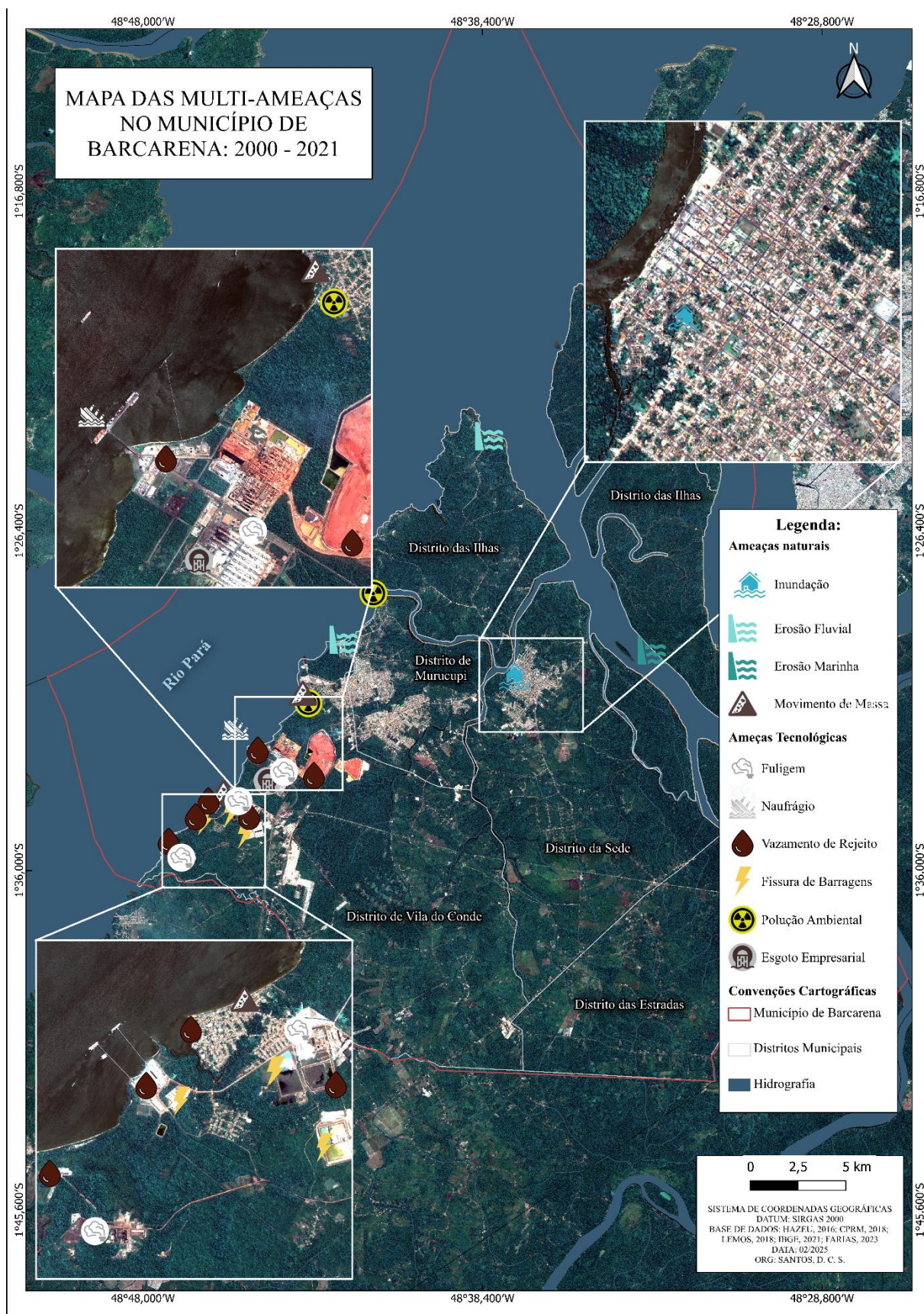
Obras civis	Colapso de barragens	Rompimento tubulação e contaminação	Vila do Conde	Vazamento de Rejeito	Rio Curupeté e Rio Dendê		Hazeu <i>et al.</i> , 2019; Gester <i>et al.</i> , 2023
Produtos perigosos	Transporte rodoviário	Tombamento de caulim na pista		Contaminação do meio ambiente	Estrada (PA-483)		Hazeu <i>et al.</i> , 2019
Contaminação da água	Ambiente fluvial	Vazamento Caulim		Vazamento de Rejeito	Rio Curupeté e Rio Dendê	2019	Hazeu <i>et al.</i> , 2019; Gester <i>et al.</i> , 2023
Geológico	Movimento de massa	Deslizamento		Movimentos rápidos de solo	Vila do Conde	2020	Mendonça; Borges, 2021
Incêndios urbanos	Incêndios Industriais	Explosão seguida de incêndio		-	Bairro industrial	2021	Gester <i>et al.</i> , 2023

Fonte: Autoria própria.

Dentre os autores, destacam-se Hazeu (2016), Santos (2018) Lemos e Pimentel (2021) e Farias (2023), devido à espacialização dos dados coletados. Contudo, cerca de outros 10 autores também realizaram histórico de crimes, desastres e impactos no município. Hazeu (2016), em “Barcarena livre informa: 37 anos de desastres socioambientais em Barcarena” trouxe 25 ameaças socioambientais no município, em sua maioria mantém relação com o processo de mineração local até o ano de 2016. Santos (2018) registrou 17 impactos socioambientais, no período de 2000 a 2015.

Lemos e Pimentel (2021) identificaram 7 eventos, desde 2004 até 2016. Farias (2023) no texto “Impactos e conflitos socioambientais de grandes projetos na Amazônia: até quando Barcarena/PA será uma zona de sacrifício?” trouxe 14 problemáticas ambientais já identificadas no município. Sendo assim, ao todo nessa pesquisa, foram identificadas um total de 50 ameaças socioambientais, ou seja, naturais e tecnológicas. Culminando assim, no mapa síntese de Multi-ameaças no município de Barcarena - PA, no período de 2000 a 2021 (Mapa 11).

Mapa 11 – Mapa das Multi-ameaças no município de Barcarena – PA

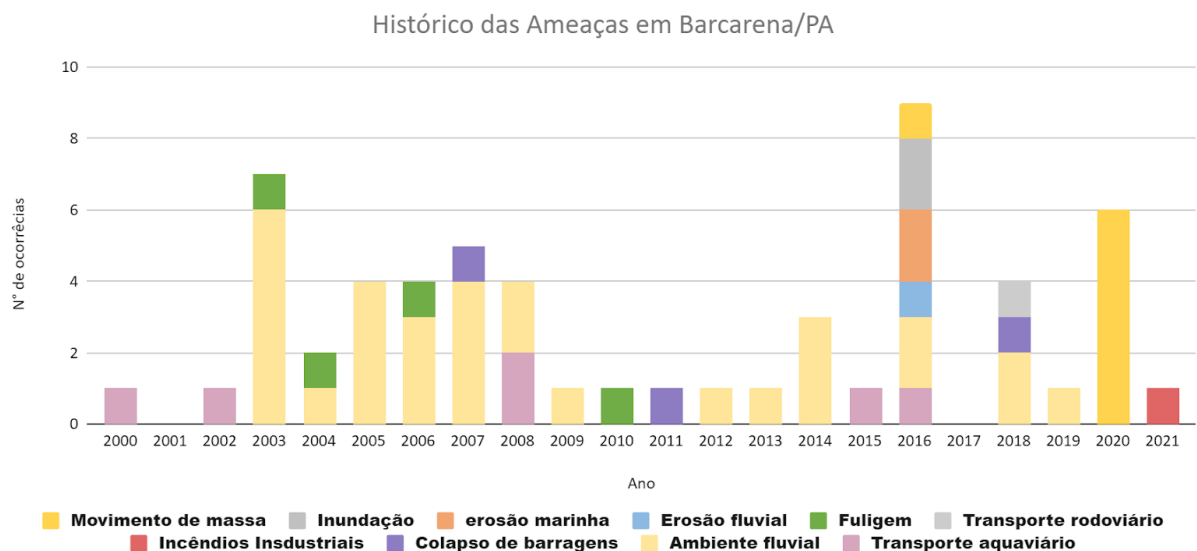


Fonte: Autoria própria.

Dentre o histórico das ameaças tecnológicas, a mais antiga envolve transporte de cargas, no complexo portuário do município. O naufrágio da balsa Miss Rondônia ocorreu em 2000, em frente ao porto de Vila do Conde, com derramamento de aproximadamente 2 milhões de litros de óleo no rio Pará. Em 2002, houve um derramamento de coque, de cerca de 100 Kg (cem quilos) de carvão mineral no rio Pará, devido a uma falha no sistema utilizado para transportá-lo de um navio para o interior do complexo industrial, ocasionando uma mancha negra em suas águas de aproximadamente dois quilômetros de extensão.

Em 2003, foram um dos anos em que mais ocorreram desastres tecnológicos, cujo total contabiliza-se cerca de sete 7 eventos danosos (Gráfico 1), todos envolvem influências do processamento das barragens de mineração. Dentre as ameaças, tem-se dois (2) vazamentos de lama vermelha da Alunorte, afetando o rio Murucupi e entorno. Os outros acontecimentos foram contaminação pelo processamento do caulim. Chuva de Fuligem em Vila do Conde, onde boa parte dos casos ocorrem, que encobriu as praias, os rios, as casas e o comércio com material particulado de coloração preta.

Gráfico 1 - Histórico das Multi-ameaças no município de Barcarena



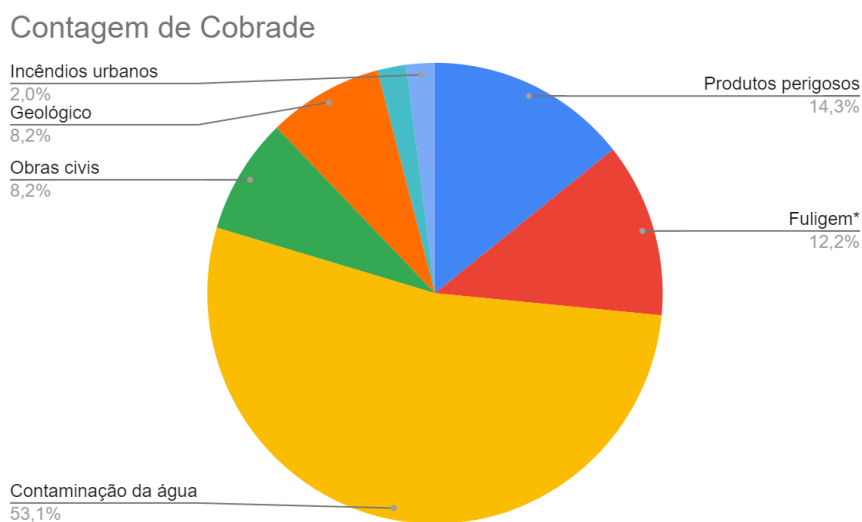
Fonte: Autoria própria.

Ainda em 2003, houve o lançamento de afluentes, que acarretou morte de peixes, das Comunidades do Arrozal e Itupanema e suas respectivas praias, e o rio Pará. No mesmo ano, houve um (1) vazamento de soda cáustica, causada por um estouro de tanque, contaminando o Rio Pará. Ademais, ocorreu o transbordo de rejeitos do beneficiamento da bauxita no rio Murucupi e comunidades de Arrozal, Itupanema e Vila Nova, que trouxe alteração da cor, odor

e sabor das águas do rio Murucupi, bem como morte de peixes, crustáceos e poluição da agricultura de várzea local.

Em 2004, 2005 e 2006, os vazamentos de rejeito da região industrial seguem sendo fonte de ameaça à contaminação no meio ambiente, em particular os recursos hídricos do município. Outro fator impactante é a contaminação por fuligem, nos anos 2004 e 2006, que recobriu boa parte do bairro industrial, comunidades e rios ao entorno. Ainda em 2004, houve um Vazamento de rejeitos de Caulim afetando os Rios Curuperé e Dendê afetando no bairro Industrial. No rio Pará no ano de 2005, ocorreu a segunda contaminação por soda cáustica. Em 2006 (Gráfico 2), ocorreu também contaminação do lençol freático, classificado como desastres relacionados à contaminação de água potável, pela contaminação dos poços de captação de água para consumo.

Gráfico 2 - Classificação das Multi-ameaças em Barcarena no período de 2000 – 2021



Fonte: Autoria própria.

Em 2007 ocorreu a fissura e vazamento de umas das barragens de caulim, causou derramamento de mais de 200 mil m³ de caulim, que percorreram 19 Km nos igarapés Curuperé e Dendê, atingindo o rio Pará e tornando a água imprópria para consumo humano. Em função dos riscos de rompimento da barragem de rejeitos, 73 pessoas foram obrigadas a deixarem suas casas. Em 2008, um novo vazamento na bacia de rejeitos, impedindo a utilização dos recursos hídricos da região, o que agravou a situação dos moradores da Vila do Conde, sendo atingidos os igarapés Curuperé, Dendê e São João, além da praia de Vila do Conde e o rio das Cobras. As

populações ribeirinhas e pequenos agricultores locais tiveram seus meios de subsistência comprometidos. A contaminação da bacia hidrográfica e de igarapés levou à mortandade de peixes, impediu a pesca e alterou o ciclo reprodutivo de peixes e camarões (FIOCRUZ, 2014).

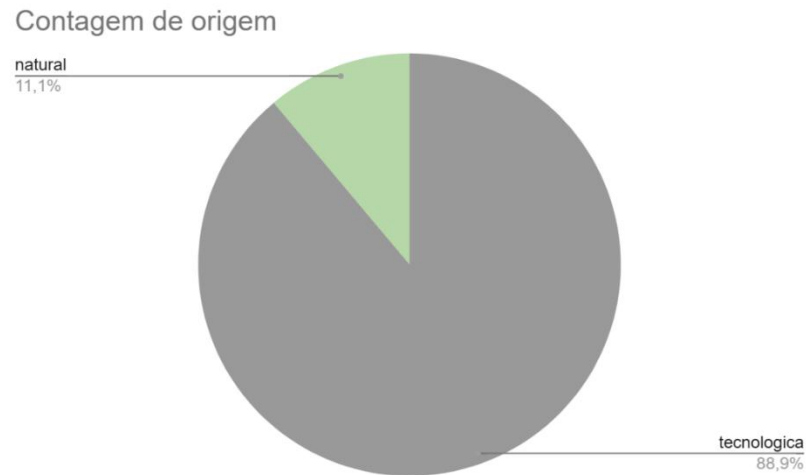
No ano seguinte, o transbordamento do depósito de lama vermelha ocorreu durante uma chuva forte e prolongada em abril de 2009. No período mais intenso da chuva, a precipitação foi de 105 milímetros no decorrer de uma hora e meia. Essa precipitação intensa fez com que a água com lama vermelha que havia no depósito fosse levada para o rio Murucupi.

Em 2011 ocorreu o rompimento de duto, acarretando a contaminação do Rio Curupeté e Dendê, e em 2012, houve vazamento de caulim por uma fissura no mineroduto de caulim, atingindo o solo, a vegetação e o igarapé Maricá. Em 2013, devido a substituição do mineroduto, resultou em um novo vazamento do minério. No ano de 2014, devido a um novo vazamento de caulim, contaminando os igarapés Curupeté e Dendê, fez que o MPF expedisse uma liminar, impedindo a empresa de armazenar caulim na bacia de contenção nº 5, onde houve o vazamento.

Em 2015, madrugada do dia 06 outubro, o navio, de bandeira libanesa, Haidar, que se destinava a Venezuela, estava há três dias em procedimento de embarque de sua carga, consistia em noventa toneladas de fardos de feno, cinquenta toneladas de fardos de arroz, quatro mil e novecentos bois e, aproximadamente, setecentos mil litros de resíduo oleoso, tombou no píer 302 do porto de Vila do Conde, Barcarena/Pará. Cerca de trinta bois apenas foram resgatados com vida e duzentos conseguiram escapar da embarcação antes do naufrágio, alguns foram abatidos pela população, mas a maioria morreu por afogamento e suas carcaças permaneceram no local (Cruz, 2017).

A CPRM no relatório técnico de 2016, sobre delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa em Barcarena, delimitou os locais onde ocorrem deslizamentos, erosões e inundações no município (Gráfico 3). Também em 2016 houve um vazamento de caulim, sendo constatada a presença de caulim na praia, além da contaminação por metais pesados localizados no rio Pará e Dendê.

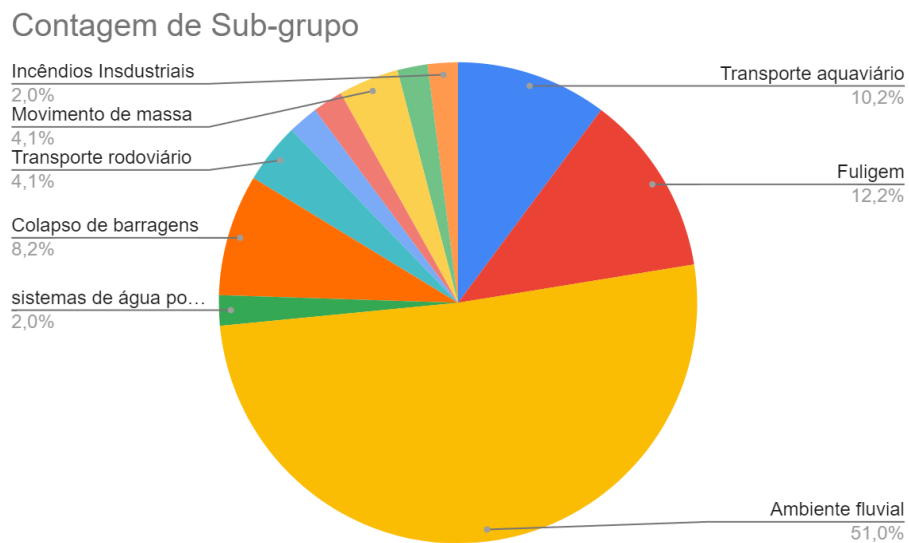
Gráfico 3 – Diferenças na porcentagem da origem das multi-ameaças em Barcarena.



Fonte: Autoria própria.

Em 2018 ocorreu vazamento de rejeito do processamento da bauxita, no qual, ganhou muita repercussão, devido ao evento recente que aconteceu em Mariana e Brumadinho, houve rompimento da tubulação e contaminação dos igarapés próximos. No ano de 2020, novos pontos de deslizamento foram localizados em Vila do Conde e em 2021, tem-se o derradeiro acontecido, uma explosão, seguida de incêndio industrial (Quadro 4).

Gráfico 4 – Classificação das Multi-ameaças conforme o Subgrupo da Cobrade

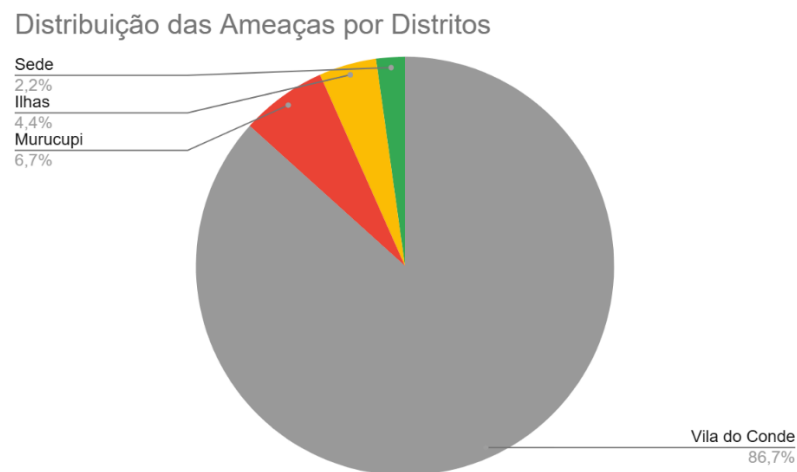


Fonte: Autoria própria.

3.2 ANÁLISE ESPACIAL

A espacialização das ameaças no município de Barcarena evidencia a concentração dos impactos socioambientais no território. O gráfico 5 demonstra que quase 89% das ameaças tecnológicas estão localizadas no distrito de Vila do Conde, enquanto os demais distritos compartilham apenas 11% desse total, com o Distrito das Ilhas apresentando a menor ocorrência (2,2%). Esse cenário reflete a influência das atividades industriais, e por outro lado, o papel fundamental da preservação florestal na distribuição das ameaças socioambientais. O ano de 2016 foi o ano com o maior número de registros, abrangendo tanto ameaças naturais quanto tecnológicas. Essa análise permite compreender como os impactos ambientais se manifestam ao longo do tempo e em diferentes regiões do município (Gráfico 6).

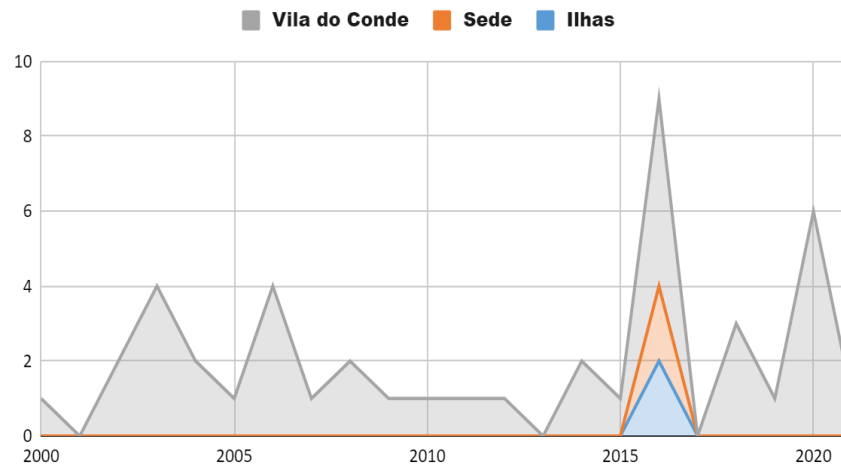
Gráfico 5 - Distribuição Espacial das Multi-ameaças por Distritos



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 6 - Distribuição Espacial das Multi-ameaças por Ano e Distritos

Distritos

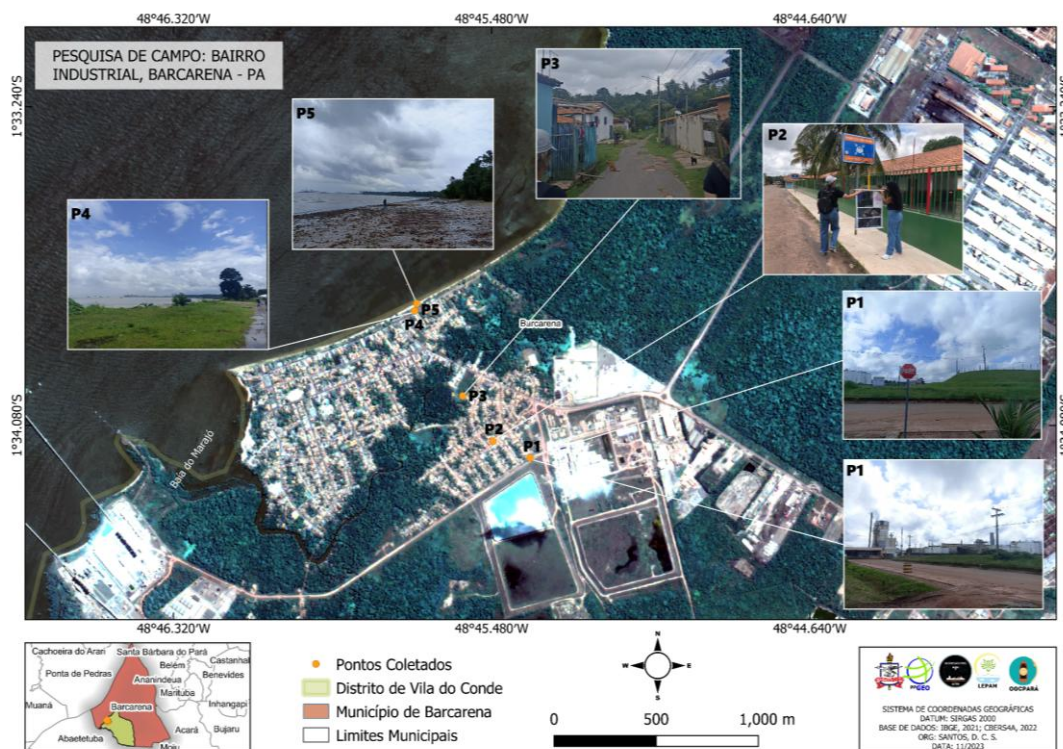


Fonte: Autoria própria.

3.2.1 Registros de campo das ameaças

Os resultados do trabalho exploratório de campo permitiram catalogar feições da paisagem (Mapa 12). Os pontos de 1 a 3 foram catalogados no Bairro Industrial.

Mapa 12 - Ameaças coletadas no Campo 1, no Distrito de Vila do Conde



Fonte: Autoria própria.

O Ponto 1 compreende a barragem de rejeitos de caulim nº3 (B3). Apenas uma estrada faz o recorte entre a B3 e o Bairro Industrial (Fotografias 1 e 2), cerca de 36 metros aproximadamente da base da bacia a residência mais próxima, demonstrando a proximidade/vulnerabilidade da população local, caso ocorra algum evento adverso.

Fotografia 1 - Ponto 1: Barragem nº 3 (B3) da empresa Imerys



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 2 - Ponto 1: Base da Barragem nº 3 (B3)



Fonte: Autoria própria.

Na figura abaixo, encontra-se a planta de beneficiamento do Caulim, De acordo com Avelar (2019) o caulim, lavrado nas minas do Pará, passa por diversas etapas de beneficiamento que incluem especialmente desarenamento e branqueamento (Fotografia 3). Nessas etapas eliminam-se a areia e impurezas contidas no minério bruto, como o óxido de ferro, por fim o produto é exportado em forma de pó, granulado e polpa.

Fotografia 3 - Ponto 1: Planta de beneficiamento da Imerys



Fonte: Autoria própria.

O Ponto 2 (P2) refere-se ao Ponto de Encontro, uma rota de fuga da Defesa Civil do município em caso de emergência, localizado em uma escola municipal na rua das orquídeas (Fotografia 4).

Fotografia 4 - Ponto 2: Ponto de Encontro do Bairro Industrial



Fonte: Autoria própria.

Essa rota de fuga encontra-se uma quadra depois da área da barragem, com residências em seu entorno (Fotografia 5). Outro fator importante é o sistema de alerta, que segundo os moradores, na última ocorrência não foi acionado.

Fotografia 5 - Ponto 2: Rota de Fuga do Bairro Industrial



Fonte: Autoria própria.

3.2.2 Registros das Ameaças Relacionadas a Erosão Fluvio-marinha

Na F-fotografia 6, ver-se o processo erosivo atino na linha de costa da praia de Vila do Conde, onde parte do afloramento rochoso sofreram intemperismo causado pela maré e ventos locais, evidenciado pela coloração mais escura nas rochas fragmentadas por toda a praia a vista. O ponto (P5), registrado na Praia de Vila do Conde, na qual é possível verificar o acesso precário a área, uma escadaria de madeira antiga, também é notório a base do tabuleiro com fragmentos de obra contenção, provavelmente para evitar processo de erosão e movimento de massa. Ademais, as áreas de solo exposto do talude tinham um acúmulo grande de resíduos, principalmente de origens residenciais, em enfoque para produtos eletrônicos descartados como lixo lançado.

Fotografia 6 - Ponto 5: Praia de Vila do Conde



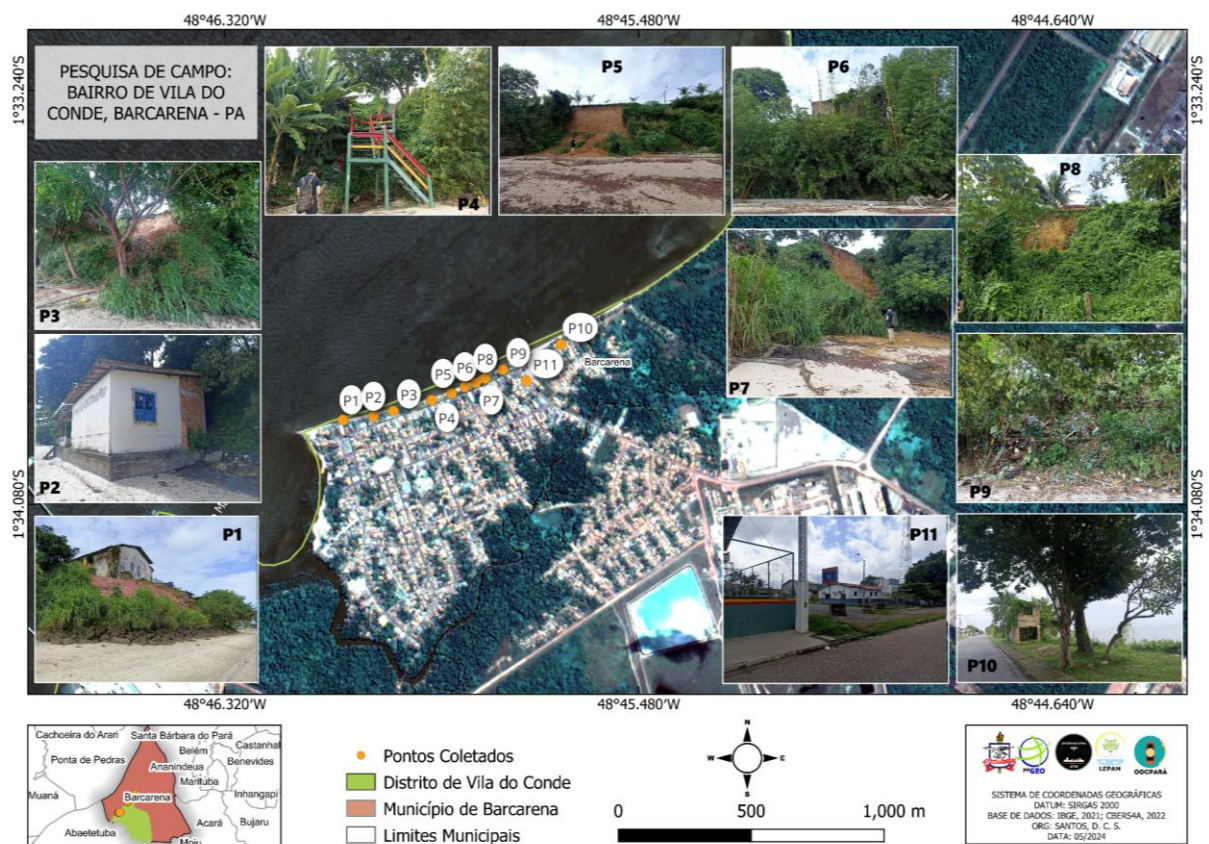
Fonte: Autoria própria.

Segundo Cunha e Miranda (2019), os processos erosivos caracterizados por deslizamentos, desmoronamentos, entre outros são facilmente encontrados na forma de falésias, predominantemente na praia da Vila do Conde. A área do P5, se situa na região costeira e/ou litorânea de Barcarena-PA e, portanto, pela sua própria localização, está sujeita às intempéries naturais da ação do mar, onda e ventos, trazendo impactos nas falésias (Mendonça *et al.*, 2023).

Os deslizamentos de massas têm relação direta com os fatores Geomorfológicos e Geológicos, exibidos ao longo da escarpa existente na Vila do Conde que, decorrente da ação ambiental e humana, pode resultar em aceleração do risco de erosões, escorregamentos (Mendonça; Borges, 2021). As falésias estão diretamente ligadas com os ventos e ação das marés, que facilitam o transporte e deposição de sedimentos onde a força do vento tem a ligeira formação de dunas (Cunha, 2019).

Ademais, segundo Cunha (2019), a Praia da Vila do Conde conta atualmente com infraestrutura precária, com barracas em situações de risco de desabamento, com pouco incentivo ao turismo, ainda resistem poucos locais apropriados para receber turistas. Isso se deve basicamente ao Acidente ambiental do Navio Haidar, ocorrido no dia 06 de outubro de 2015, onde 5.000 bois morreram no naufrágio, muitas carcaças ficaram jogadas na areia da praia, sem contar com o vazamento de aproximadamente 700 toneladas de óleo, prejudicando a praia ambiental e economicamente (Cunha, 2019).

Mapa 13 - Ameaças coletadas no Campo 2, no Distrito de Vila do Conde



Fonte: Autoria própria.

Na figura acima tem-se a espacialização do segundo campo, onde mostra o ponto 1 (P1) sendo a Igreja de São João Batista, local de surgimento da Vila do Conde construída pelos jesuítas a mais de 300 anos (Tourinho, 1991). Na fotografia abaixo, é possível visualizar as residências demolidas e ao fundo a Igreja.

Fotografia 7 - Igreja de São João Batista e as Residências demolidas



Fonte: Autoria própria.

A base da Igreja tem atualmente o talude encoberto com concreto para minimizar os efeitos da erosão fluvial provocadas pelas águas do Rio Pará. Possui também rochas em toda a extensão de sua base, com vegetação rasteira e de médio porte e a presença de ruínas de residências no topo da falésia (Fotografia 8).

Fotografia 8 - Ponto 1: Base da Igreja de São João Batista



Fonte: Autoria própria.

O ponto 2, evidencia o resquício da antiga Cervejaria e Restaurante Praia Mar, pelo avanço do mar e erosão constante o local foi abandonado. Ao lado da escadaria que dá acesso à praia, com muita presença de resíduos sólidos descartados pela própria população que reside a poucos metros da encosta (Fotografia 9).

Fotografia 9 - Ponto 2: Ruína da Cervejaria e Restaurante Praia Mar



Fonte: Autoria própria.

Registro do processo de erosão fluvial, com presença de solo exposto devido ao deslocamento dos sedimentos (Fotografia 10), em decorrência a fragilidade do solo e declividade do terreno.

Fotografia 10 - Ponto 3: Erosão Fluvial



Fonte: Autoria própria.

No ponto 4 encontra-se um ponto de desgaste de esgoto residencial e água lançada proveniente das residências situadas no topo da falésia (Fotografia 11). O lançamento de água servida pode potencializar o processo de erosão e movimento de massa (Peixoto, 2017).

Fotografia 11 - Ponto 4: Esgoto Residencial e Água lançada



Fonte: Autoria própria.

Registro do maior ponto de Erosão e desabamento de sedimentos da falésia, na Praia de Vila do Conde (Fotografia 12). Tal evento, com tamanha proporção, também é classificado por Mendonça e Borges (2021), como deslizamento de massa resultantes pelo processo de erosão e fragilidade do solo.

Fotografia 12 - Ponto 5: Erosão e Deslizamento de Encosta.



Fonte: Autoria própria.

O sexto ponto coletado é outro abandono de casa devido o avanço da erosão (Fotografia 13). É possível perceber a apropriação da natureza ao entorno da antiga casa, com a presença de bambuzal e vegetação de médio porte.

Fotografia 13 - Resquício residencial



Fonte: Autoria própria.

No ponto 6, ver-se o terceiro local com presença de erosão e escorregamento, um pouco menor e mais profundo que o anterior, com presença de solo exposto, vegetação soterrada e descarte inadequado de resíduos sólidos.

Fotografia 14 - Erosão e Escorregamento



Fonte: Autoria própria.

Os pontos 6, 7, e 8 evidenciam solo exposto devido a processos erosivos fluviomarinho e a supressão de vegetação, próximos às residências.

Fotografia 15 - Ponto 6: Processo erosivo e contenção em construção



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 16 - Ponto 7: Processo erosivo em falésia



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 17 - Ponto 8: Supressão de Vegetação nativa



Fonte: Autoria própria.

Na fotografia acima, nota-se a supressão recente de cobertura vegetal. Diante do avanço da industrialização e urbanização, as áreas com vegetação nativas estão cada dia mais sendo suprimidas. Conforme Araujo (2015), a vegetação situada ao longo dos cursos de água, em encostas, restingas, ao redor de lagos e lagoas, bem como de rodovias e ferrovias possuem importância ecológica (relativa aos ecossistemas) e ambiental (referente às inter-relações existentes no meio ambiente, principalmente a espécie humana). De modo que, a presença e manutenção de áreas vegetadas, permite uma melhor permeabilidade do solo, reduzindo o escoamento superficial da água da chuva e prevenindo inundações e assoreamento de corpos d'água (Rossetti; Pinto; Almeida, 2007).

No oitavo ponto, tem-se novamente um ponto evidencial de erosão e deslizamento de sedimentos na base da encosta. Na fotografia a seguir, nota-se ao fundo a presença próxima de uma residencial, tornando evidente a proximidade com a borda da falésia.

Fotografia 18 – Ponto 8: Erosão de Encosta



Fonte: Autoria própria.

O ponto 9, compreende a mais um local evidente de grande descarte de resíduos sólidos, com presença de vegetação (Fotografia 19) rodeada por resquícios da antiga barreira construída para minimizar o avanço das águas.

Fotografia 19 - Ponto 9: Descarte irregular de Resíduos Sólidos



Fonte: Autoria própria.

O décimo ponto evidencia uma antiga residência, também abandonada devido ao processo natural e erosão e avanço do rio. Na fotografia a seguir, nota-se o contorno da falésia e a proximidade com a via e as casas, ao fundo.

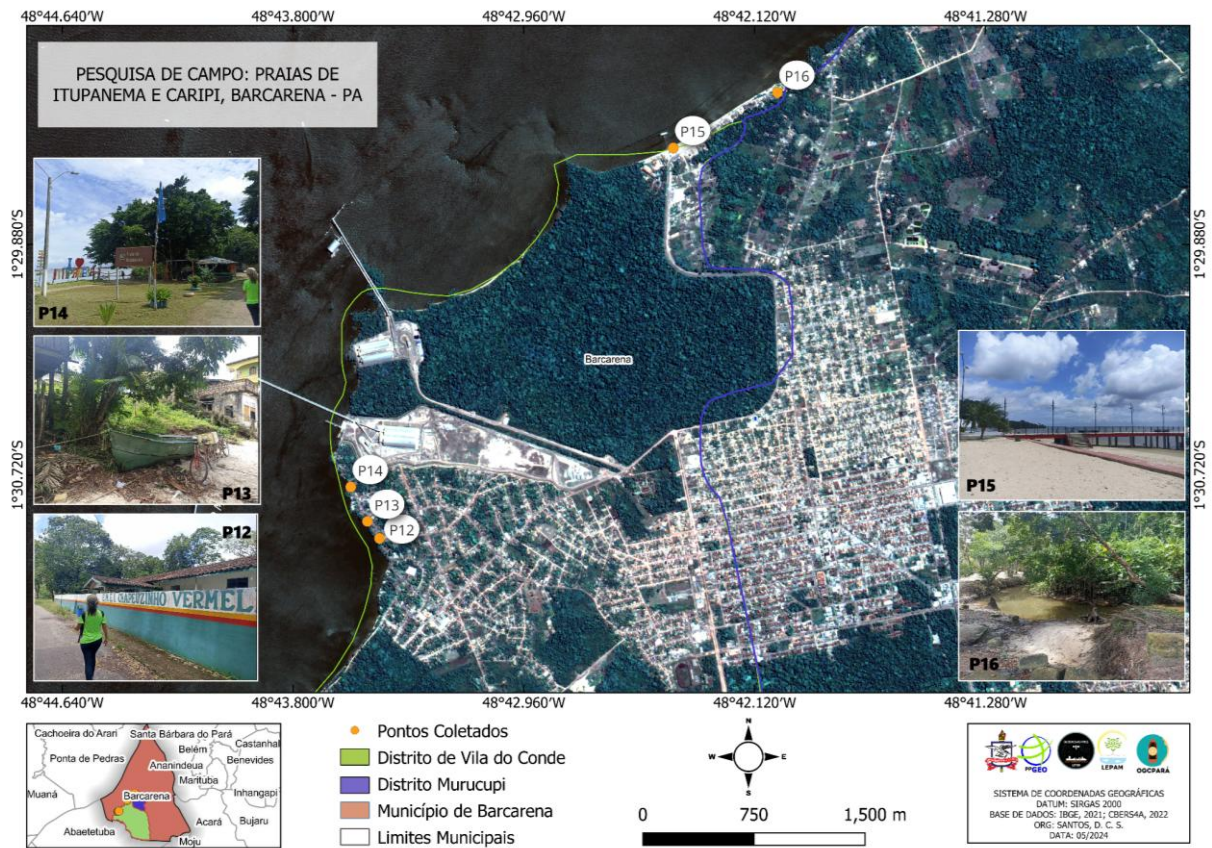
Fotografia 20 - Ponto 10: Antiga Residência



Fonte: Autoria própria.

Registros dos cinco pontos no Bairro de Mucucupi e nas praias de Caripi e Fazendinha (Mapa 14).

Mapa 14 – Ameaças coletadas no Campo 2, no Distrito de Murucupi



Fonte: Autoria própria.

No décimo segundo ponto, compreende a Escola Municipal Chapéuzinho Vermelho localizada na Av. Beira Mar, na margem da falésia.

Fotografia 21 - Ponto 12: Escola Municipal Chapéuzinho Vermelho



Fonte: Autoria própria.

Essa escola fora interditada por um período durante a pandemia e devido às rachaduras encontradas na infraestrutura da escola e ao risco advindo do processo erosivo que ocorre na base do tabuleiro paraense (Fotografia 21). Contudo, no dia da coleta, uma funcionária afirmou que a escola segue funcionando normalmente, com acompanhamento da defesa civil e corpo de bombeiro municipal.

Fotografia 22 - Ponto 12: Encosta e Escola Municipal Chapéuzinho Vermelho



Fonte: Autoria própria.

No décimo terceiro ponto, encontra-se o Boteco Modelo que fica na parte posterior ao antigo Restaurante Pôr do Sol, ao lado tem uma escadaria que dá acesso à praia de Vila do Conde, ainda na Av. Beira Mar (Fotografia 23). Em conversa com os donos do boteco, eles informaram haver processo erosivo durante o ano inteiro, com períodos que intercalam para mais e para menos. A área possui uma vasta vegetação presente, com padrão misto de construção, na fotografia 24, nota-se uma antiga casa de madeira e palafita abandonada, e uma canoa com duas bicicletas em volta, o que indica que ali ainda há resquícios de pescas entre os moradores do entorno.

Fotografia 23 - Ponto 13: Escadaria com acesso ao Restaurante Pôr do Sol



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 24 - Ponto 13: Residência próxima ao antigo Restaurante Pôr do Sol



Fonte: Autoria própria.

Por sua vez, na Praia do Caripi, Cunha (2019) reforça, o que mais se destaca é a presença de barreira de contenção ao longo de toda a praia, onde o maior problema, além do avanço das marés, é a presença intensificada de seu maior causador, as atividades antrópicas (Fotografia 25). A barreira é composta por um muro de arrimo, e cimento por cima, para ser usada também como uma passarela, na fotografia 26, nota-se além da areia da praia, vestígios antrópicos, com descartes inadequados de resíduos plásticos.

Fotografia 25 - Contenção na praia do Caripi



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 26 - Muro de Arrimo



Fonte: Autoria própria.

4 ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM

Neste capítulo será realizada a abordagem detalhada sobre três tipos de mapeamentos fundamentais para a compreensão das dinâmicas socioambientais da paisagem de Barcarena. Primeiramente, será apresentado o mapeamento de uso do solo, essencial para identificar as diferentes formas de ocupação e transformação da paisagem. Em seguida, o mapeamento geomorfológico fornecerá uma análise das formas de relevo e processos geodinâmicos que influenciam a estrutura territorial. Por fim, esses dois mapas foram integrados em um mapeamento síntese, resultando no mapa de paisagem que consolidou da área estudada.

4.1 MAPEAMENTO USO E COBERTURA DO SOLO

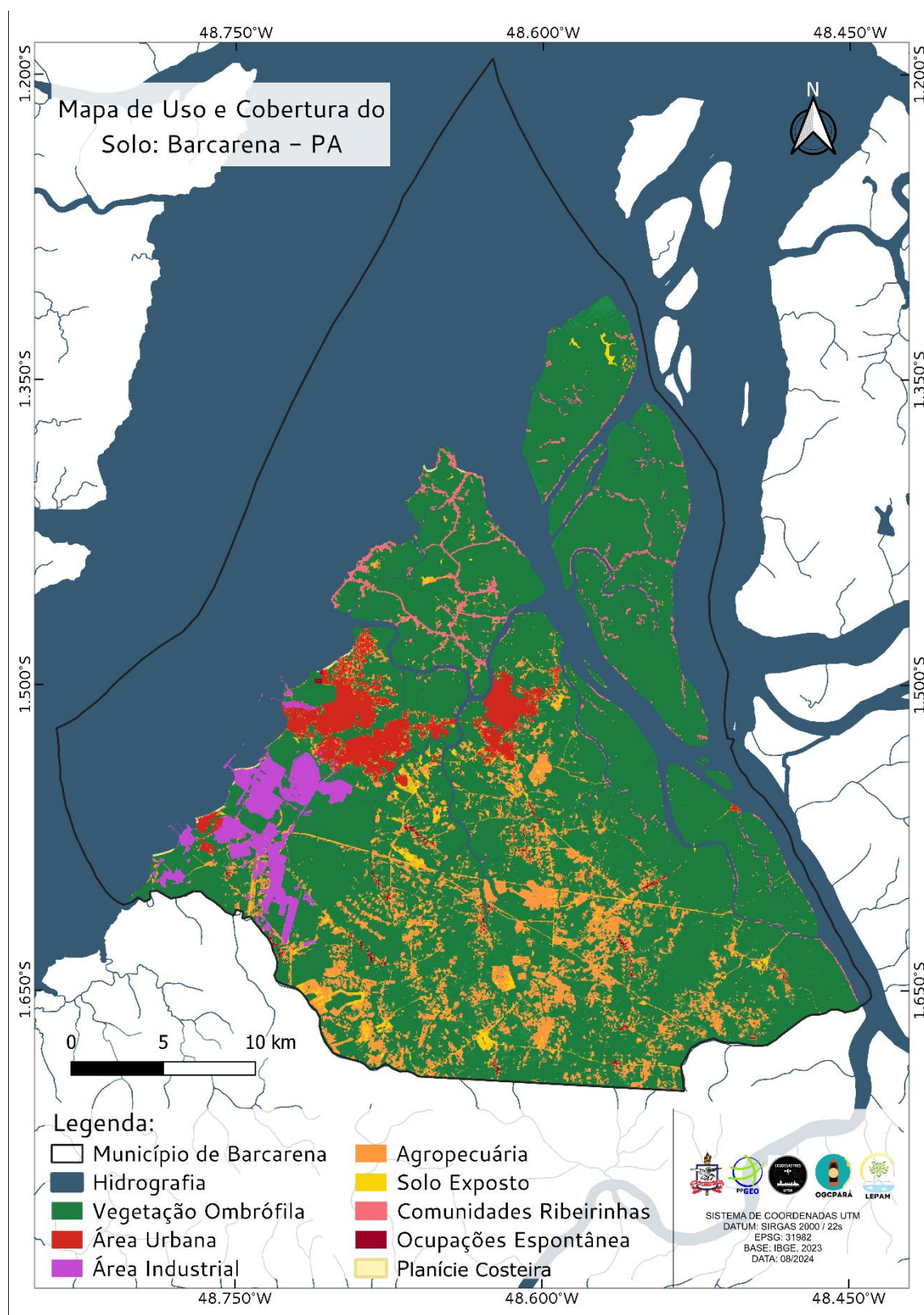
As unidades de uso e cobertura do solo mapeadas, na figura abaixo foram 9, sendo elas: Hidrografia, Vegetação Ombrófila, Área Urbana, Área Industrial, Agropecuária, Solo Exposto, Comunidades Ribeirinhas, Ocupações Espontâneas e Planície Costeira (Quadro 4; Mapa 15).

Quadro 4 - Distribuição por área das classes de Uso e Cobertura do Solo nos Distritos Municipais

Uso e cobertura do solo	Área (km²)	Distritos
Hidrografia	521,87	Sede, Ilhas, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Vegetação Ombrófila	618,50	Sede, Ilhas, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Área Urbana	26,68	Sede, Ilhas, Murucupi e Vila do Conde
Área Industrial	25,52	Murucupi e Vila do Conde
Agropecuária	99,54	Sede, Ilhas, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Solo Exposto	11,06	Sede, Ilhas, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Comunidades Ribeirinhas	4,91	Sede, Ilhas, Estradas e Murucupi
Ocupações Espontâneas	2,27	Sede, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Planície Costeira	0,23	Ilhas, Murucupi e Vila do Conde
Total	1310,34	-

Fonte: Autoria própria.

Mapa 15 – Mapa de Uso e Cobertura de Barcarena



Fonte: Autoria própria.

a) Hidrografia

Corresponde todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais, além das lagoas costeiras ou lagunas, estuários e baías. Essa classe está dividida em duas subclasses: Corpo d'água continental e costeiro, na área de estudo estão mapeadas ambas as subclasses. Os corpos d'água continentais, referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce. Os corpos d'água costeiros são corpos de água salgada e salobra que recobrem os locais junto à costa, englobando a faixa costeira de praias e as águas abrigadas, como estuários, o qual é o caso de Barcarena.

b) Vegetação Ombrófila Mista

Corresponde as formações arbóreas com porte superior a 5 m, incluindo-se aí as fisionomias da Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), da Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo (com cipó, bambu, palmeira ou sororoca), além da Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural com estratos superiores, que geralmente forma cobertura contínua) e das áreas de mangue, estando presente majoritariamente na área de estudo, este título também inclui áreas remanescentes primárias e estágios evoluídos de recomposição florestal (capoeirões/capoeiras).

c) Área Urbana

Corresponde aos Distrito Sede, Murucupi e Vila do Conde, porém há um pequeno resquício no Distrito das Ilhas, que compreende ao porto de Arapari, local de embarque e desembarque de pessoas e mercadorias advindos da capital Belém-PA.

d) Na Área Industrial

Podem estão instaladas indústrias diversas, onde os processos industriais se vinculam ou se interdependem. A delimitação de um complexo industrial passa por uma matriz de transações intersetoriais e espacialmente articuladas, e podem estar associados ou ocorrerem em íntima proximidade funcional. Compreendem uma ampla variedade de indústrias, leves, pesadas, usinas, que podem manter vínculos com o setor agropecuário, ou ainda a algum parque tecnológico de inovações, podendo encontrar-se em contato com áreas urbanas (IBGE, 2013). Essa categoria está presente no Distrito de Vila do Conde, contornando dois bairros residenciais, Bairro de Vila do Conde e Bairro Industrial e alguns igarapés, sendo o Dendê e Curuperê os

mais impactados. Compreende ao Complexo Industrial do Município, onde se localizam as Indústrias minerárias e portuárias.

e) Agropecuária

Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas, bem como áreas destinadas ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nestas áreas, também se desenvolve a pecuária em que se visa unir ciência e tecnologia visando à produção de animais domésticos com objetivos econômicos, tais como a criação e o tratamento de animais de grande porte, criação de animais de médio porte e animais de pequeno porte (IBGE, 2013). Estando presente, em maior percentual no Distrito das Estradas, que compreende a região centro-sul do município, mas também pode ser encontrada nos Distritos da Sede, de Murucupi e de Vila do conde.

f) Solo Exposto

Estas áreas referem-se tanto a ambientes naturais, como rochas desnudas, quanto a ambientes antrópicos, decorrentes da degradação provocada pelas atividades humanas, como extração e agropecuária (IBGE, 2013). Áreas descobertas referem-se aqui, às áreas desmatadas ou descampadas, provenientes de ação antrópicas, localizando-se ao entorno de áreas Agropecuárias e Urbanizadas, como também nos Distritos das Ilhas, possivelmente para extração, desmatamento florestal.

g) Comunidades Ribeirinhas

De acordo com Lira e Chaves (2016), os ribeirinhos são uma referência de população tradicional na Amazônia, desde a relação com a água, seus sistemas classificatórios da fauna e flora formam um extenso patrimônio cultural. O rio influencia inclusive, a própria construção das casas do ribeirinho, uma vez que são sempre construídas de frente para o rio. As comunidades ribeirinhas apresentam, ainda, um modo particular de vida em vários aspectos, tais como: uso do território, uso e manejo coletivo dos recursos locais (Lira; Chaves, 2016). Apesar de estarem localizados no distrito das Ilhas, em maior percentual, também se encontram nos distritos Sede e Estradas.

h) Ocupações Espontâneas

São constituídas pelas demais áreas urbanizadas, com agravante de serem áreas em processo de urbanização incipiente, ou em áreas rurais do município (IBGE, 2013). Na área

estudada, as ocupações espontâneas podem ser encontradas no Distrito das estradas, ao entorno da região de agropecuária, no centro-sul do município.

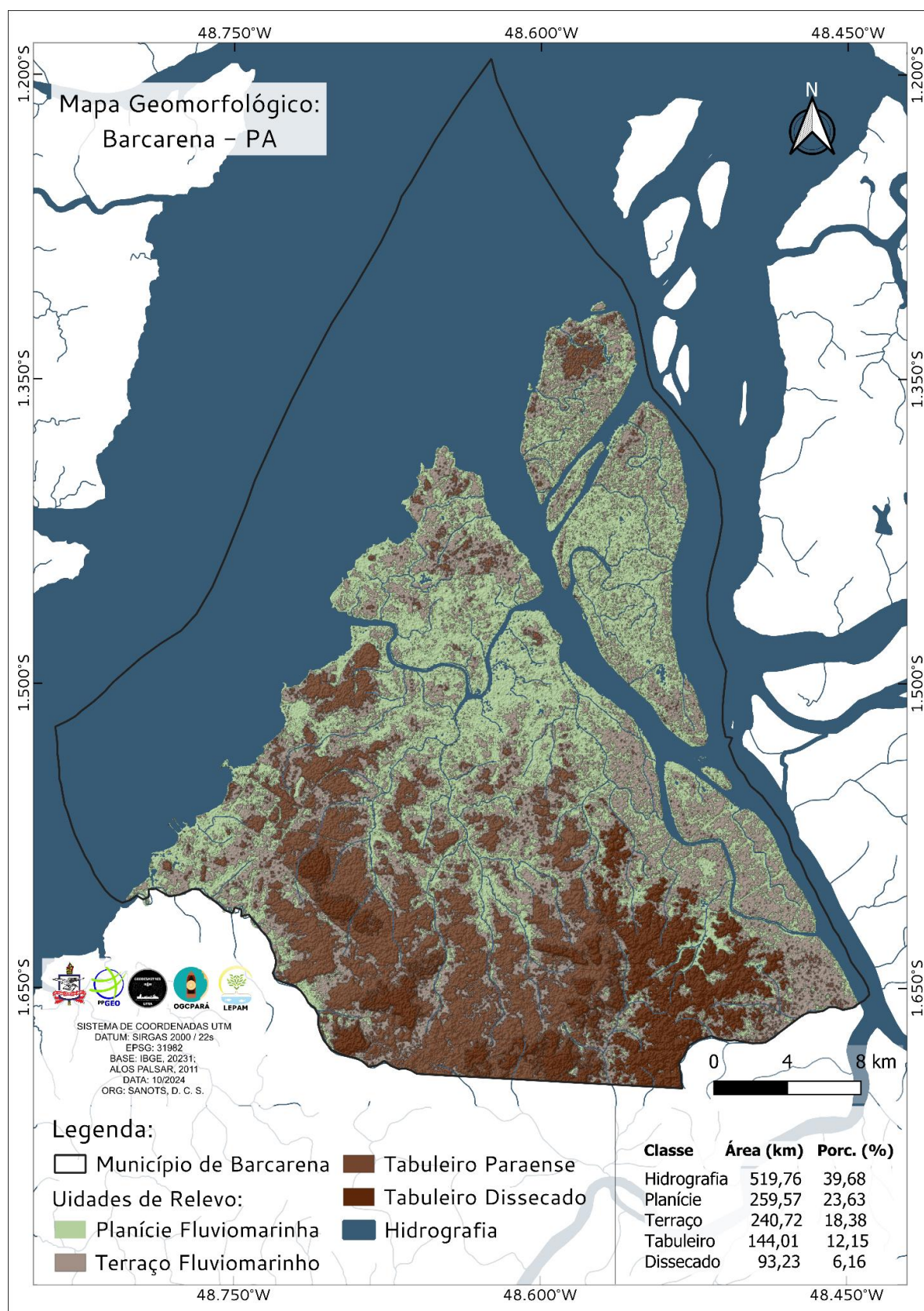
i) Planície Costeira

Com superfícies relativamente planas e próximas ao nível do mar, resultantes da ação marinha, fluvial ou de ambos os agentes, e que ocorrem ao longo do litoral. Compreendem áreas de praias, campos de dunas, restingas e manguezais, podendo apresentar vegetação esparsa, vegetação halófitas ou ausência de cobertura vegetal (IBGE, 2013). São constituídas por sedimentos arenosos, com baixa declividade, sendo influenciadas pelas ondas e correntes de marés (CPRM, 2019). Aqui compreende as áreas desnudas estuarinas, margeando as falésias ativas dos tabuleiros costeiros, a faixa de areia advinda da ação fluviomarinha do Rio Pará, concentra-se na porção oeste do município, contempla as Praias de Vila do Conde, Itupanema, Caripi e fazendinha, representando também o desnível em relação ao tabuleiro Paraense.

4.2 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

As características geomorfológicas definem as formas de relevo e suas especificidades influem diretamente com a geologia, solos e hidrografia local (Lopes; Saldanha, 2016). As quatro (4) feições geomorfológicas encontradas no município são: Planícies e Terraços Fluviomarinhas, Tabuleiros Paraenses e Tabuleiro Dissecado.

Mapa 16 – Mapa Geomorfológico: Barcarena - PA



Fonte: Autoria própria.

Conforme IBGE (2009), as unidades de relevo, Planície e Terraço Fluviomarinha são modelados de acumulação, ou seja, que recebem os sedimentos carregados pelos corpos hídricos.

A **Planície Fluviomarinha** – Apfm, corresponde a área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas, ocorrendo nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais (IBGE, 2009). Com terrenos baixos, quase horizontais, constituídos por sedimentos lamosos, recortados por canais de marés e inundados diariamente pelas macromarés semidiurnas (CPRM, 2019). Concentra-se nas extremidades do município, em contato direto com dinâmica estuarina. Parte da região das Ilhas que são zonas de influência estuarina possuem feição de planície fluvial, relativas à planície flúvio-marinha ou planície costeira (Freitas, 2021). Segundo Silva Junior (1998) a planície costeira corresponde aos depósitos arenosos e argilosos pleistocênicos e holocênicos.

O **Terraço Fluviomarinho** - Atfm, também apresenta acumulação fluviomarinha de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao canal fluvial e à planície, entalhada em consequência de variação do nível marinho, por processos erosivos ou por neotectônica, que ocorre nas baixadas litorâneas pleistocênicas e holocênicas, em níveis diferentes do atual nível médio do mar (IBGE, 2009). São depósitos aluvionares, que possuem material estratificado e bem selecionado composto por areia fina a média intercalada com sedimento siltico-argiloso (CPRM, 2019). Estando presente entre a planície de inundação e os tabuleiros, também por boa parte das extremidades, concentradas em maior quantidade na porção norte e nordeste do município.

Já os **Tabuleiros**, são formas de relevo de Degradação em rochas sedimentares, ou seja, que sofrem intenso processo erosivo, conforme a CPRM (2019). Na área estuda, há presença de dois tipologias, o **Tabuleiro Paraense** e o **Tabuleiro Dissecado**. O Tabuleiro Paraense é um conjunto de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral limitadas por escarpas e apresentam altitudes relativamente baixas (IBGE, 2009).

Consoante a CPRM (2019), são formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados, resultantes de dissecação fluvial recente, possui solos espessos e bem drenados, mas nas vertentes declivosas dos vales pode-se sugerir uma suscetibilidade baixa a média a eventos de movimentos de massa. Essa tipologia encontra-se majoritariamente nos Distritos de Estradas, Vila do Conde e Murucupi, mas também no Distrito das Ilhas, região norte de Barcarena.

O **Tabuleiro Dissecado**, segundo a CPRM (2019), são formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais de moderada a alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas, resultantes da dissecação fluvial recente, com predomínio de processos de pedogênese, formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. Concentra-se na porção centro-sul do município, com maior atuação na região sudeste, em congruência ao Distrito das estradas, área agrícola de Barcarena.

4.3 MAPEAMENTO DE UNIDADE DE PAISAGEM

Uma análise integrada da paisagem permitiu a delimitação de diferentes unidades de paisagem no município de Barcarena, no qual foram identificadas onze (11) Unidades de Paisagem na área de estudo: Planície de Inundação do Distrito das Ilhas, Planície de Inundação do Distrito Sede, Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde, Terraço Fluviomarinho do Rio Acará, Tabuleiro Paraense da Ilha Arapiranga, Tabuleiro Paraense do Distrito das Estradas, Complexo Urbano do Distrito Sede, Complexo Urbano da Vila dos Cabanos, Complexo Urbano Industrial e Murucupi, Complexo Industrial e Formação Florestal preservada (Tabela 1; Quadro 5; Mapa 17).

Tabela 1 - Distribuição por área das classes de Unidade de Paisagem nos Distritos Municipais

Unidades de paisagem	Área (km²)	Distritos
Planície de inundação do distrito ilhas	143,42	Ilhas
Planície de Inundação do Distrito Sede	119,49	Sede, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde	21,55	Murucupi e Vila do Conde
Terraço Fluviomarinho do Rio Acará	98,38	Sede, Ilhas e Estradas
Tabuleiro Paraense da Ilha Arapiranga	21,62	Ilhas
Tabuleiro Paraense do Distrito das Estradas	296,21	Sede, Estradas, Murucupi e Vila do Conde
Complexo Urbano do Distrito Sede	12,38	Sede
Complexo Urbano da Vila dos Cabanos	13,28	Murucupi
Complexo Urbano Industrial e Murucupi	17,45	Murucupi e Vila do Conde
Complexo Industrial	31,30	Murucupi e Vila do Conde
Formação Florestal Preservada	13,59	Murucupi e Vila do Conde
Total	788,47	-

Fonte: Autoria própria.

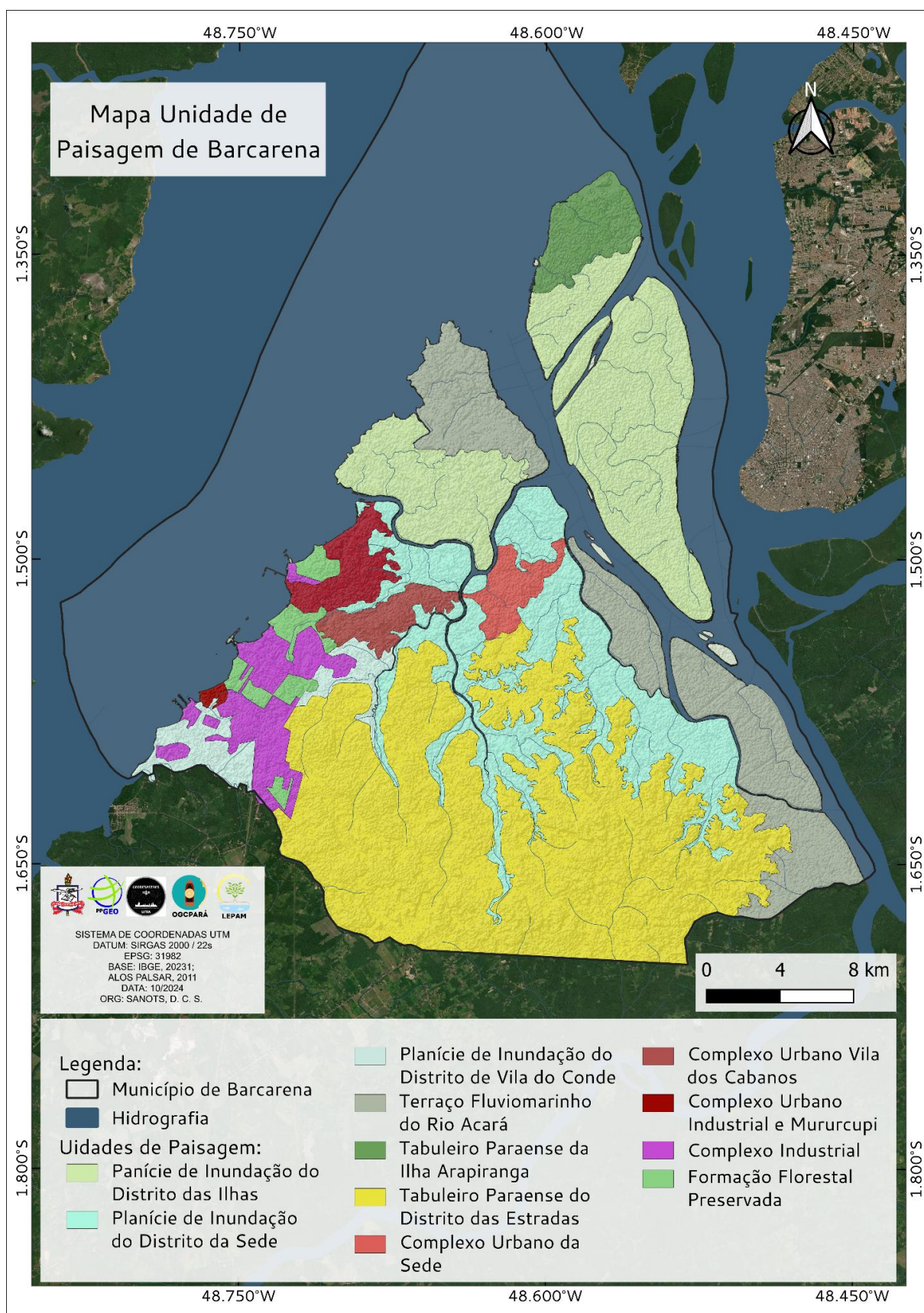
Quadro 5 – Compartimentação Ambiental das Unidades de Paisagem

Unidade de Paisagem	Geologia	Pedologia	Geomorfologia	Declividade	Vegetação	Uso do Solo	Ameaças
1 - Planície de Inundação do Distrito das Ilhas	Cobertura Detrítico-laterítica	Gleissolo e Latossolo Amarelo	Planície e Terraço fluviomarinho	0-3%	Floresta Ombrófila Densa	Comunidades ribeirinhas, solo exposto e agropecuária	Naturais
2 - Planície de Inundação do Distrito da Sede	Cobertura Detrítico-laterítica e Formação Barreiras	Latossolo Amarelo e Gleissolo	Planície fluviomarinha	0-3%	Floresta Densa Aluvial e Floresta Densa de Terras Baixas	Agropecuária, área urbana, ribeirinhos e solo exposto	Naturais
3 - Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde	Cobertura Detrítico-laterítica e Depósitos aluvionares holocênicos	Latossolo Amarelo	Tabuleiro Paraense, Planície e Terraço Fluvial	0-3% e 3-8%	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Área industrial e agropecuária	Tecnológicas
4 - Terraço Fluviomarinho do Rio Acará	Depósitos aluviais holocênicos	Gleissolo e Latossolo Amarelo	Terraço e Planícies fluviomarinha	0-3% e 3-8%	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Ribeirinhos, área urbana e praias	Naturais
5 - Tabuleiro Paraense da Ilha Arapiranga	Depósitos aluviais holocênicos	Gleissolo	Terraço fluvial, Tabuleiro Paraense e Planície fluvial	0-3% e 3-8%	Floresta Ombrófila Aluvial com Dossel	Ribeirinhos e solo exposto	Naturais

6 - Tabuleiro Paraense do Distrito das Estradas	Cobertura Detrítico-laterítica e Formação Barreiras	Latossolo Amarelo	Tabuleiro Paraense, Tabuleiro Dissecado e Terraço Fluvial	0-3% a 20-45%	Vegetação Secundária e Floresta Ombrófila Aluvial de Terras Baixas	Ocupação urbano-rural e solo exposto	Sem dados
7 - Complexo Urbano da Sede	Cobertura Detrítico-laterítica	Latossolo Amarelo	Planície fluviomarinha	0-3%	Vegetação Secundária	Área urbana	Naturais
8 - Complexo Urbano de Vila dos Cabanos	Cobertura Detrítico-laterítica	Latossolo Amarelo	Planície e Terraço Fluvial, Tabuleiro Paraense	0-3% e 3-8%	Floresta Ombrófila de Terras Baixas	Área urbana	Sem dados
9 - Complexo Urbano Industrial e Murucupi	Cobertura Detrítico-laterítica e Formação Barreiras	Latossolo Amarelo	Planície e Terraço Fluvial	0-3% e 3-8%	Vegetação Secundária e Floresta Ombrófila de Terras Baixas	Área industrial, urbano-rural e solo exposto	Tecnológicas
10 - Complexo Industrial de Vila do Conde	Cobertura Detrítica-laterítica e Formação Barreiras	Latossolo Amarelo	Tabuleiro Paraense, Planície e Terraço Fluvial, Tabuleiro Dissecado	0-3% e 3-8%	Vegetação Secundária e remanescente de Floresta de Terras Baixas	Área industrial, urbano-rural e praias	Tecnológicas
11 - Floresta Preservada	Cobertura Detrítico-laterítica	Latossolo Amarelo	Tabuleiro Paraense, Planície e Terraço Fluvial	3-8%	Floresta Ombrófila Fluvial de Terras Baixas	Cercada pelo polo industrial, ocupação urbano-rural e solo exposto	Tecnológicas

Fonte: Autoria própria

Mapa 17 – Mapa Unidade de Paisagem: Barcarena – PA



Fonte: Autoria própria.

A primeira unidade identificada foi a **Planície de Inundação do Distrito das Ilhas**, composta por intervalos de curvas de nível de 10 metros, descrita por baixa altitude e relevo plano, com declividade entre 0% e 3%. Essa unidade é fortemente influenciada pelas dinâmicas fluviais e marinhas, tornando-se suscetível a processos naturais como inundações, erosões pelas variações sazonais do nível da água. Do ponto de vista geológico, apresenta cobertura detrito-laterítica, enquanto sua geomorfologia é definida pela presença de planícies e terraços fluviomarinhos. Os solos predominantes são Gleissolos e Latossolos Amarelos, que, em associação com a hidrodinâmica local, influenciam a vegetação e o uso do solo. A cobertura vegetal é composta majoritariamente por Floresta Ombrófila Densa, representando representantes da vegetação amazônica original. No que se refere ao uso do solo, a unidade abriga comunidades ribeirinhas e apresenta áreas de solo exposto, além de algumas atividades agropecuárias de pequena escala. Essa unidade desempenha um papel essencial na regulação hídrica e na manutenção da biodiversidade local, mas está sujeita a ameaças naturais ao longo do ano.

A segunda unidade corresponde a **Planície de Inundação do Distrito da Sede**, caracterizada por relevo plano, com declividade variando entre 0% e 3%, e curvas de nível com equidistância de 10 metros. Sua geologia é composta por cobertura detrito-laterítica e Formação Barreiras, enquanto os solos predominantemente são Latossolos Amarelos, com ocorrência de Gleissolos. O cenário natural dessa unidade é representado pela Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, refletindo a preservação internas da vegetação no município. O uso do solo é diversificado, incluindo áreas de agropecuária, expansão urbana e presença de comunidades ribeirinhas, além de porções de solo exposto. Essa unidade está sujeita a ameaças naturais, principalmente relacionadas à inundação e erosão hídrica, que podem ser intensificadas por processos antrópicos, como a impermeabilização do solo e o desflorestamento.

A terceira unidade, denominada como **Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde**, caracterizado por uma combinação de declividade variando entre 0% e 3% (relevo plano) nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% (suave ondulado) nas porções mais elevadas. Sua geologia é composta por cobertura detrito-laterítica e depósitos aluvionares holocênicos, enquanto os solos predominantemente são Latossolos Amarelos, que apresentam boa drenagem, mas podem ser impactados por processos erosivos e deposição de contaminantes. Uma vegetação original corresponde à Floresta Ombrófila Densa Aluvial, que desempenha um papel fundamental na regulação hídrica e na manutenção da biodiversidade local. Do ponto de vista geomorfológico, essa unidade se insere na paisagem do Tabuleiro Paraense, com presença de

planícies e terraços fluviais. O uso do solo é marcado pela coexistência de grandes áreas industriais e setores destinados à agropecuária, refletindo a intensa mudança da paisagem decorrente das atividades econômicas da região. A principal ameaça que incide sobre essa unidade é de natureza tecnológica, com destaque para impactos relacionados à dispersão de fuligem industrial e ao derramamento de rejeitos provenientes das barragens de mineração, eventos que podem comprometer tanto a qualidade ambiental, quanto a segurança das comunidades locais.

A unidade **Terraço Fluviomarinho do Rio Acará**, é caracterizada por um relevo predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividade variando entre 0% e 3% nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% nas porções elevadas. O intervalo das curvas de nível é de 10 metros, refletindo a pouca variação altimétrica da paisagem. A geologia da unidade é composta por depósitos aluviais holocênicos, sendo sedimentos mais recentes que são originados pela ação de rios e correntes fluviais durante o período Holoceno, caracterizados por sua deposição em áreas de inundação. A pedologia é composta predominantemente por Gleissolos e Latossolos Amarelos, influenciados pela dinâmica fluvial e marinha. A vegetação original é composta por Floresta Ombrófila Densa Aluvial, adaptada às condições de umidade e sazonalidade das cheias. Geomorfológicamente, a unidade é definida pela presença de terraços e planícies fluviomarinhas, resultantes da interação entre processos fluviais e marinhos, advindo da dinâmica estuarina local. O uso do solo é diversificado, com ocupação por comunidades ribeirinhas, áreas urbanas em expansão e praias, que desempenham um papel importante tanto ambientalmente, quanto no contexto socioeconômico da região. As principais ameaças identificadas são de origem natural, destacando-se os processos de inundação e erosão marinha, que podem ser agravados por mudanças no regime hidrossedimentológico e pela ocupação das margens fluviais.

O **Tabuleiro Paraense da Ilha Arapiranga** é caracterizado por um relevo plano a suavemente ondulado, com declividade variando entre 0% e 3% nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% nas porções elevadas, com 10 metros de intervalo das curvas de nível. Sua geologia é composta por depósitos aluviais holocênicos, e o solo predominante é o Gleissolo Háptico, com características de boa drenagem e baixa fertilidade. A vegetação original é a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, com dossel fechado, adaptada à dinâmica das cheias sazonais. A geomorfologia da unidade é dominada pelo Tabuleiro Paraense, com presença de terraços fluviais e planícies fluviais, que são formadas por processos de deposição e erosão ao longo do tempo. O uso do solo é marcado pela presença de comunidades ribeirinhas e áreas de solo exposto, indicativas de pequenas atividades agrícolas de subsistências. As principais ameaças para essa unidade são

de origem natural, destacando-se a vulnerabilidade a processos de inundação e outras dinâmicas hidrológicas.

O **Tabuleiro Paraense do Distrito das Estradas** é caracterizado por uma ampla variação de relevo, com declividade que vai de 0% a 3% nas áreas mais planas até 20% a 45% nas porções fortemente onduladas. A geologia da unidade é composta por cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno e Formação Barreiras, e os solos predominantes são Latossolos Amarelos, caracterizados por boa drenagem e fertilidade moderada. A vegetação original inclui Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, mas grande parte da paisagem atual é dominada por vegetação secundária devido a processos de degradação e regeneração. O relevo da unidade é composto pelo Tabuleiro Paraense, com feições de tabuleiro dissecado e terraços fluviais, resultantes da erosão diferencial e da atuação de processos fluviais ao longo do tempo. O uso do solo é marcado pela ocupação urbano-rural, com áreas de solo exposto associadas a desmatamento, agricultura e expansão urbana. Não há informações específicas sobre ameaças predominantes nessa unidade, mas a combinação de relevo acidentado e uso do solo pode indicar riscos potenciais associados à erosão e à degradação ambiental advindo do uso antrópico do meio.

O **Complexo Urbano da Sede** é caracterizado por relevo plano, com declividade variando entre 0 - 3%. Sua geologia é composta por cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno, e os solos predominantes são Latossolos Amarelos, que possuem boa drenagem, porém são impactados pela impermeabilização urbana. A geomorfologia da unidade está inserida na Planície Fluviomarinha, refletindo a influência de processos fluviais e marinhos na formação do relevo. O uso do solo é predominantemente urbano, com presença de vegetação secundária em áreas remanescentes. A principal ameaça natural identificada é a inundação, intensificada pela ocupação urbana em área de várzea, pela impermeabilização do solo e pela drenagem deficiente, tornando a região vulnerável a inundações e alagamentos em períodos de chuvas intensas.

O **Complexo Urbano da Vila dos Cabanos** é caracterizado por relevo predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividade variando entre 0% e 3% nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% em terrenos levemente elevados. Sua geologia é composta por cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno, e os solos predominantes são Latossolos, que possuem boa drenagem, mas podem sofrer compactação devido à urbanização. A vegetação original era composta por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, atualmente reduzida devido à expansão urbana. A geomorfologia da unidade apresenta uma combinação de planícies e terraços fluviais, além de pequenas porções do Tabuleiro Paraense, refletindo a

diversidade de processos de formação da paisagem. O uso do solo é majoritariamente urbano, com ocupação residencial e boa infraestrutura associada. Não há dados específicos sobre ameaças predominantes nesta unidade, mas a expansão urbana pode gerar impactos ambientais, como impermeabilização do solo e mudanças no relevo e na drenagem natural.

O **Complexo Urbano Industrial e Murucupi** é caracterizado por relevo predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividade variando entre 0% e 3% nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% em terrenos mais elevados. O intervalo das curvas de nível é de 10 metros, refletindo a pouca variação altimétrica da região. A geologia da unidade apresenta uma combinação de cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno na porção interna e Formação Barreiras na extremidade, influenciando a estabilidade do solo. Os solos predominantes são Latossolos Amarelos, que possuem boa drenagem, mas podem ser suscetíveis à compactação e erosão em determinadas condições. A vegetação remanescente é composta por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e áreas de vegetação secundária, marcadas pelo processo de degradação ambiental.

A unidade integra um padrão de relevo de planícies e terraços fluviais, com ocorrência de falésias sujeitas à erosão. O uso do solo é dominado por áreas industriais e urbanas, o que intensifica os impactos socioambientais locais. A unidade está sujeita a ameaças tecnológicas, como a dispersão de fuligem industrial, vazamentos de rejeitos minerários, óleos e efluentes, que comprometem a qualidade ambiental e a segurança das comunidades vizinhas. Além disso, há ameaças naturais associadas à dinâmica fluvial, incluindo processos de erosão e movimentos de massa nas falésias, intensificada pela dinâmica natural de maré.

O **Complexo Industrial de Vila do Conde** é caracterizado por uma geologia composta por cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno e depósitos aluviais holocênicos no interior, com Formação Barreiras ao longo da borda. Os solos predominantes são Latossolos Amarelos, que apresentam boa drenagem e alta fertilidade, porém são vulneráveis à erosão e movimento de massa, em áreas degradadas. A vegetação é predominantemente secundária, com remanescentes de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, evidenciando os impactos da atividade industrial.

O relevo é caracterizado pelo Tabuleiro Paraense, com planícies e terraços fluviais, além de pequenas áreas de tabuleiro dissecado. A declividade varia entre 0% e 3% nas áreas mais baixas e entre 3% e 8% nas áreas mais elevadas. O uso do solo é majoritariamente industrial, com áreas de ocupação urbano-rural e faixas de praias. As ameaças tecnológicas são predominantes, com extenso histórico de eventos danosos, incluindo fuligem, derramamento de rejeitos minerários, óleos e efluentes ao meio natural.

A décima primeira unidade identificada é a **Floresta Preservada**, caracterizada por sua vegetação de Floresta Ombrófila Densa aluvial das Terras Baixas, representando um dos poucos remanescentes florestais na região. Sua geologia é composta por cobertura detrítico-laterítica do Neopleistoceno, e os solos predominantes são Latossolos Amarelos, que apresentam boa drenagem e fertilidade moderada. A declividade varia entre 3% e 8%, indicando um relevo suavemente ondulado.

A geomorfologia da unidade está inserida no Tabuleiro Paraense, com ocorrência de planícies e terraços fluviais. O uso do solo demonstra forte pressão antrópica, pois a floresta encontra-se cercada pelo polo industrial, além da presença de ocupação urbano-rural e áreas de solo exposto. As principais ameaças são tecnológicas, incluindo despejo de esgoto e derramamento de substâncias poluidoras que comprometem a qualidade ambiental da floresta. Além disso, há ameaças naturais, como processos erosivos e movimentos de massa, intensificados pela degradação do entorno e pelas alterações hidrológicas causadas pelas atividades industriais.

A presença desses fragmentos de floresta preservada, pode estar relacionada a fatores ambientais e institucionais, ou ser uma zona de expansão para mineração em esperava. Podem corresponder a Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou Reservas Legais exigidas pela legislação ambiental. Algumas florestas permanecem intocadas devido a dificuldades de acesso ou restrições impostas pela proximidade com estruturas industriais e minerárias, funcionando como zonas de amortecimento para reduzir impactos ambientais, como dispersão de poluentes e contenção de sedimentos. Além disso, a presença da vegetação pode ser resultado de iniciativas de compensação ambiental e reflorestamento exigidas por licenciamento ambiental ou acordos institucionais, contribuindo para a conservação de ecossistemas em meio ao desenvolvimento industrial.

4.3.1 Registros de Campo das Unidades de Paisagem

O entorno do rio Dênde possui ruas estreitas, rua estreita e não pavimentada, por ser uma área de várzea também era comum ver áreas alagadas e com descarte incorreto de resíduos sólidos. O reflexo da população ali residente, de baixo poder aquisitivo, com construções residenciais, alguns ainda em palafitas e saneamento precários (Fotografia 27).

Fotografia 27 - Via de acesso ao Rio Dendê



Fonte: Autoria própria.

Registro da unidade de relevo de tabuleiro paraense, altitude mais elevada que a linha de costa da Praia de Vila do Conde, no horizonte da fotografia 28, localiza-se o porto de mesmo

nome. Ainda há presença de vegetação nessa divisa entre tabuleiro e praia, porém, em vários pontos tinha pontos de descartes de resíduos sólidos. Na lateral direita, fora do alcance da fotografia, encontram-se as residências do Bairro de Vila do Conde.

Fotografia 28 - Vista da Praia e do Porto de Vila do Conde



Fonte: Autoria própria.

O Bairro de Vila do Conde compreende a um espaço social com baixa infraestrutura, mas vale ressaltar, que conforme Nahum (2006) no final da década de 1970 e início de 1980, os arredores da praia de Vila do Conde era um espaço noturno bastante movimentado, que ficou conhecida como Zona de Lazer, onde os trabalhadores imigrantes gastavam parte de seu dinheiro.

Atualmente tornou-se uma área mais pacata com pouca visitação, desde o evento de 2015. A paisagem é composta por vasta vegetação e a maioria das casas próximas à falésia, uma forma costeira abrupta esculpida por processos erosivos marinhos e fluviomarinheiros de alta energia, e ocorre no limite entre as formas continentais e a praia atual (IBGE, 2009).

Os moradores fazem o descarte de água residual e de resíduos sólidos na encosta, demonstrando a inexistência no acesso ao tratamento de esgoto e a dificuldade na coleta de lixo. E o padrão de construção segue sendo misto, mas com a prevalência em alvenaria, com presença de vegetação nos quintais das residências (Fotografia 29).

Fotografia 29 - Padrão residencial do Bairro de Vila do Conde



Fonte: Autoria própria.

A Praça de Itupanema, ao topo da falésia, na Rua da Matriz (Fotografia 30), é um dos poucos pontos de recreação na área, com presença de vegetação rasteira e de médio porte. Ao fundo há uma única residência em palafitas (Fotografia 31), que resiste as erosões ali presentes.

Fotografia 30 - Praça de Itupanema



Fonte: Autoria Própria.

Fotografia 31 - Residência próxima a Praça de Itupanema



Fonte: Autoria própria.

A Praia do Caripi, segundo Nahum (2006) a praia de Caripi foi adaptada como área de lazer da Vila dos Cabanos, recebendo serviços de hotelaria, bares e segurança, tornando-se um destino turístico diferenciado, o fluxo de visitantes aumentou a partir de 2002, integrando Caripi ao circuito comercial do Pará (Fotografia 32).

Fotografia 32 - Trapiche da Praia do Caripi



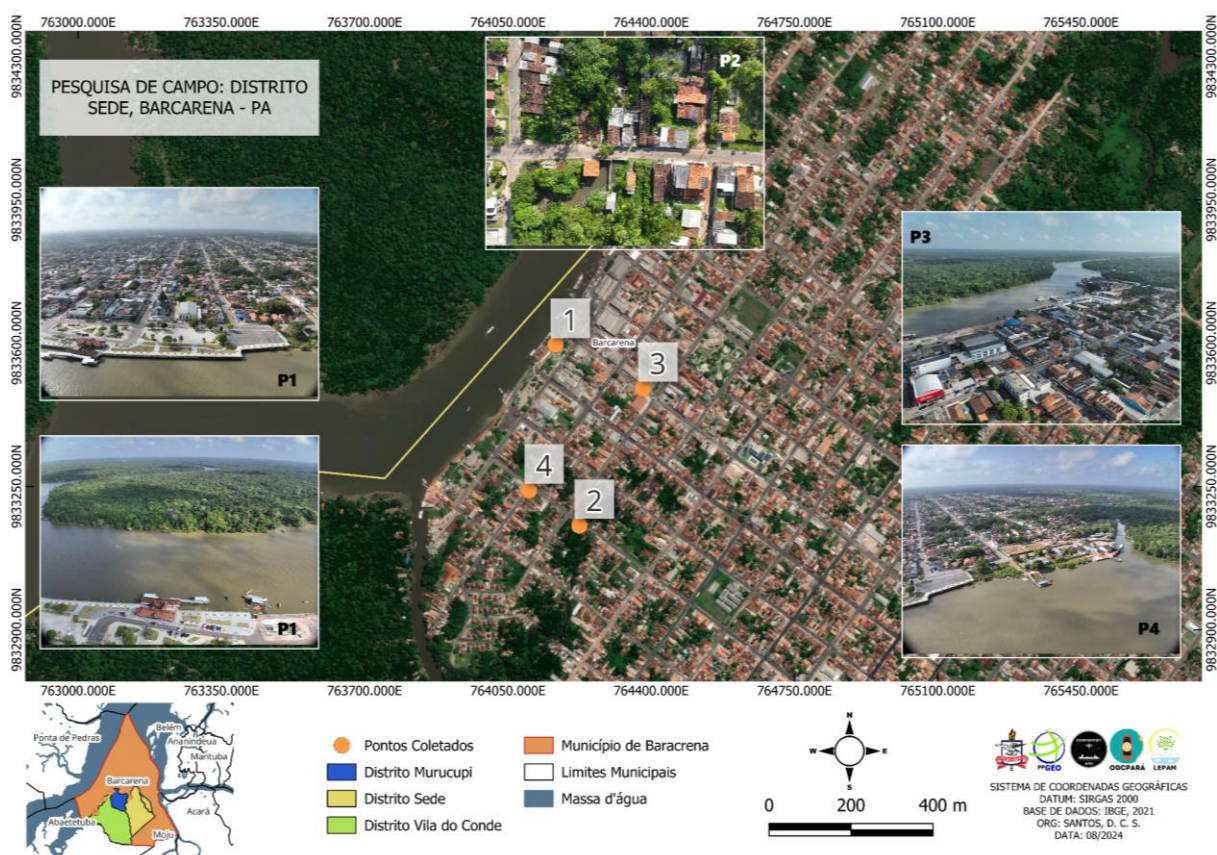
Fonte: Autoria própria.

Conforme Cunha (2019), a praia possui uma extensão de aproximadamente 3 km, com areia branca e fina e uma arborização bem variada. A Praia do Caripí é a praia mais frequentada de Barcarena, logo também é a praia que mais recebe investimentos de melhorias e incentivos ao turismo por parte do governo municipal.

No quesito social, apesar dos esforços e investimentos, a região ainda possui uma grande segregação socioespacial, pois enquanto vila dos Cabanos apresenta estrutura social e infraestrutura, Caripi e mais recente a fazendinha ainda almejam o básico: água encanada, coleta de lixo e tratamento de esgoto. Um reflexo disso, é que na entrada que dá acesso as essas duas praias, há um conglomerado de moradias espontâneas ao redor das estradas Caripi e Fazendinha.

No Distrito Sede, conforme Teles (2020), possui uma condição de habitação em sua maioria, em situação de vulnerabilidade social, sendo confirmada pelas suas fontes de renda, que estão ligadas ao Cadastro Único, complementada por trabalhos informais que basicamente correspondem a serviços como faxina, limpeza de quintais, ajudante de obras e entre outros (Mapa 18). O distrito Sede corresponde a ocupação mais antiga da área de estudo (Fotografia 33).

Mapa 18 – Registros das Unidades de Paisagem Planície de Inundação do Distrito Sede e mapadas Ilhas



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 33 - Distrito Sede



Fonte: Autoria própria.

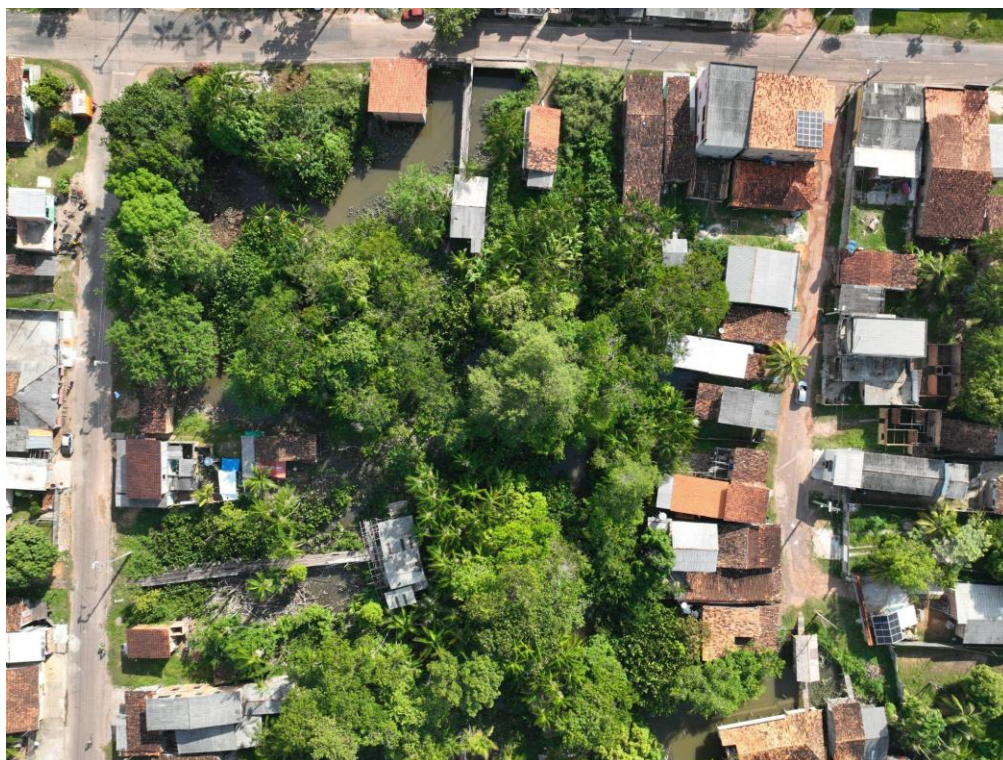
Mais ao norte, encontra-se o Distrito das Ilhas, que possui como principal forma de moradia as palafitas (Fotografia 34). Sendo características de áreas alagadiças na Amazônia, apresentam uma estrutura precária, com abastecimento de água irregular e sistema de esgoto improvisado (Teles, 2020). Ademais, na sede municipal as palafitas também estão presentes, e conforme a autora, isso pode ser observado na coloração mais escura e sedimentada da água sob as casas, além do odor fétido típico de esgoto doméstico, essa situação contrasta com os igarapés sem ocupação ao redor (Fotografia 35).

Fotografia 34 – Ponto 1: Distrito das Ilhas



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 35 – Ponto 2: Ponto de Inundação no Distrito Sede



Fonte: Autoria própria.

A ocupação de áreas de várzea modifica a paisagem, com desmatamento da mata ciliar, alterações nos corpos d'água devido ao despejo doméstico sem tratamento, que inclui sólidos e líquidos e mudanças no relevo devido aos aterramentos na área, feitos para conter enchentes e facilitar o trânsito de pessoas e como resultado, há erosão e assoreamento dos igarapés ao redor (Teles, 2020).

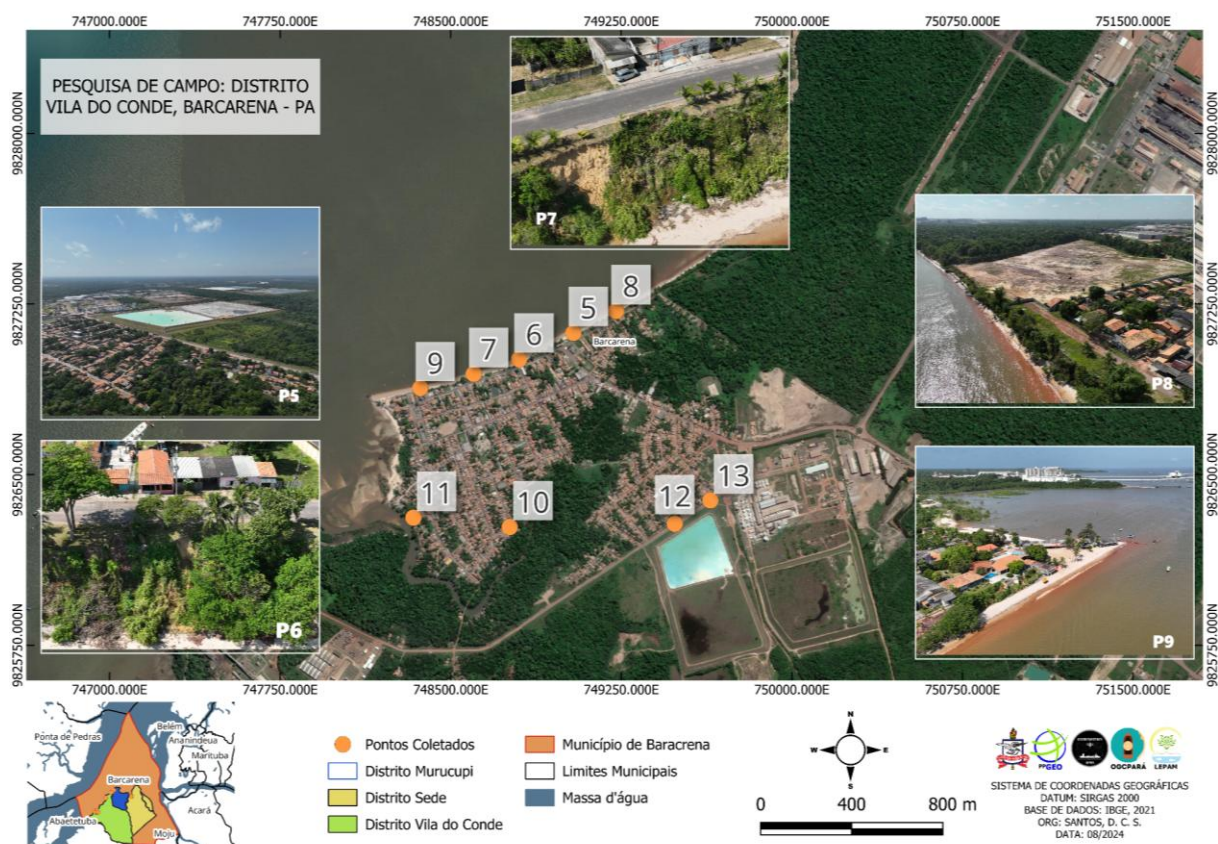
Fotografia 36 – Ponto 4: Vista das residências do Distrito Sede



Fonte: Autoria própria.

Aspecto de campo no distrito de Vila do Conde, compreendendo os bairros industrial e de Vila do conde. Foram catalogados 9 pontos (Mapa 19).

Mapa 19 - Registros das unidades de paisagem Planície de Inundação do Distrito de Vila do Conde, Complexo Urbano Industrial e Murucupi, Complexo Industrial e Formação Florestal preservada.



Fonte: Autoria própria.

Os pontos (9, 10, 11, 12 e 13) foram pensados para registrar não apenas a proximidade da população dos bairros Murucupi e Vila do Conde com as barragens de rejeitos, mas para também notar-se as dimensões espaciais dessas industriais, evidenciadas excepcionalmente na figura abaixo.

Fotografia 37 - Barragens de rejeito de caulim



Fonte: Autoria própria.

Na imagem abaixo, o lado direito está a barragem de rejeito da Imerys, que se encontra ao fundo da foto de drone. No lado esquerdo, o bairro Industrial, são cerca de 40 metros entre a base das casas e o barramento.

Fotografia 38 - Barragem e Distrito Industrial



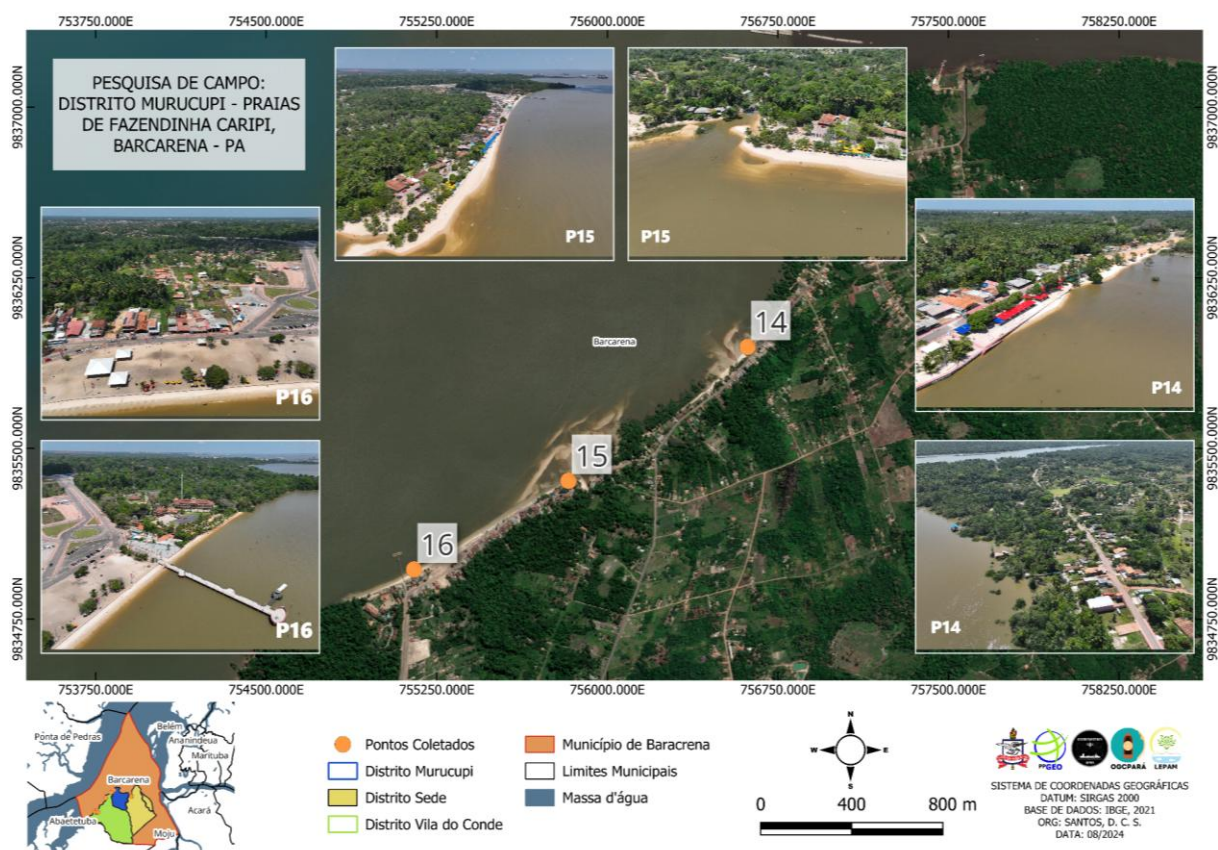
Fonte: Autoria própria.

Em contrapartida, a população tem enfrentados sérias problemáticas socioespaciais de saneamento básico. De acordo com Melo, Pimentel e Leite (2021), o bairro industrial e Vila do Conde evidenciam um baixo índice de qualidade ambiental, como reflexo das condições insalubres das áreas intraurbanas, e precários equipamentos urbanos, revelando um quadro de segregação e marginalização da população que reside no entorno desses empreendimentos em Barcarena.

Para Cruz (2017) o distrito Vila do Conde apresenta uma realidade social complexa, por abrigar dezenas de empresas minero-metalúrgicas, que garantem a cidade um dos maiores PIB's do estado, entretanto, a riqueza produzida no município não consegue se expandir para todas as camadas sociais. Ou seja, o acúmulo da indústria não se insere na realidade da população local, chamado de não enraizamento social do desenvolvimento.

Registros de campo do Distrito de Vila do Conde e Murucupi, das respectivas praias: Fazendinha e Caripi (Mapa 20).

Mapa 20 – Registros das unidades de paisagem Complexo Urbano Industrial e Murucupi e Formação Florestal preservada



Fonte: Autoria própria.

A praia de Fazendinha possui características socioespaciais intrigante, sendo uma região recente em expansão (Fotografia 39).

Fotografia 39 - Praia de Fazendinha



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 40 - Praia de Caripi



Fonte: Autoria própria.

Apesar de também está voltada ao lazer e turismo, assim como o Caripi, Fazendinha recebe consideravelmente menos atenção e investimentos de infraestrutura, tanto da esfera pública quanto da privada. Em comparação com a praia do Caripi, que se destaca por um maior nível de desenvolvimento (Fotografia 40). Isso pode ser atribuído à proximidade do Caripi com a Vila dos Cabanos, um bairro planejado para abrigar os trabalhadores das indústrias, que possui maior poder aquisitivo em comparação com os demais bairros, incluindo a sede municipal. A área de expansão urbana na região do Caripi está margeada por áreas de vegetação (Fotografia 41).

Fotografia 41 - Expansão urbana na Praia do Caripi



Fonte: Autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das multi-ameaças naturais e tecnológicas em Barcarena, revela um território profundamente definido pelas transformações socioambientais decorrentes do processo de industrialização e urbanização. Ao longo da pesquisa, foi possível compreender como essas ameaças interagem e se sobrepõem na paisagem, criando cenários de vulnerabilidade tanto para o meio ambiente quanto para a população local.

O estudo demonstra a complexidade e a urgência em compreender e abordar os desafios socioambientais na paisagem desta região. Confirmando a interação entre processos naturais como a erosão fluviomarinha e as inundações, juntamente com os riscos tecnológicos associados ao complexo industrial-portuário, como o derramamento de óleo e rejeito, a fuligem e poluição dos solos e rios próximos as industriais.

As ameaças tecnológicas mais numerosas se concentram na porção sudoeste do município, onde se localiza o polo industrial, bem como os portos, as empresas e as barragens de mineração. Em relação aos danos, estão relacionados principalmente à saúde das comunidades que residem próximas da área impactada. Por outro lado, os processos naturais se estendem na zona costeira do município, sentindo nordeste, onde se encontra a sede do município de Barcarena, estando majoritariamente ligados ao relevo e processos climáticos, como a chuva e presença de marés.

A compilação das ameaças identificadas, bem como suas localizações e relações são fundamentais para embasar as ações de mitigação de tais eventos e definições de estratégias e políticas de gestão de riscos futuros, com vistas à proteção dos habitantes e à promoção da resiliência ambiental. Medidas preventivas, ações de mitigação e investimentos em infraestrutura adequada são indispensáveis para reduzir os impactos dessas ameaças sobre a população e o meio em que vivem.

Desse modo, a análise integrada da paisagem em Barcarena, aliada ao mapeamento das múltiplas ameaças, apresenta-se como uma contribuição essencial para o planejamento territorial e a gestão de riscos, fortalecendo a resiliência local diante dos desafios pelo desenvolvimento industrial e pelas mudanças ambientais. A análise das unidades de paisagem do município de Barcarena permitiu identificar a diversidade de feições geomorfológicas, pedológicas e de cobertura vegetal que caracterizam a região. Essas unidades estão distribuídas em três contextos principais paisagísticos: as planícies de inundação, os terraços fluviomarinhas e os tabuleiros paraenses, os complexos urbanos e industriais, que, por sua vez, abrigam diferentes formas de ocupação e usos do solo.

As planícies de inundação, presentes nos distritos das Ilhas, da Sede e de Vila do Conde, destacam-se pela predominância de relevo plano a suavemente ondulado (0-3% e 3-8%), solos gleissólicos e latossolos amarelos, além da vegetação ombrófila densa aluvial. Essas áreas possuem uma dinâmica fluvial intensa, o que as torna naturalmente vulneráveis a processos como inundações e erosão. Já os terraços fluviomarinheiros, como o do Rio Acará, apresentam características semelhantes, mas com presença de depósitos aluviais holocênicos e uma combinação de áreas urbanizadas, comunidades ribeirinhas e faixas de praia.

Os tabuleiros paraenses, que abrangem desde a Ilha Arapiranga até o Distrito das Estradas, caracterizam-se por relevos que variam de planos a fortemente ondulados, solos latossólicos e cobertura detrítico-laterítica. Nessas áreas, a vegetação é composta por remanescentes de floresta ombrófila densa e trechos secundários, com um uso do solo mais diversificado, incluindo ocupação urbano-rural e solo exposto.

A urbanização e a industrialização intensa do município influenciaram diretamente a dinâmica das ameaças ambientais. As unidades mais impactadas por ameaças naturais incluem as planícies de inundação e os terraços fluviomarinheiros, sujeitas a inundações e processos erosivos, especialmente nas margens dos rios e em áreas baixas. Por outro lado, os complexos urbanos e industriais, como os de Vila do Conde e Murucupi, concentram as principais ameaças tecnológicas, como derramamento de rejeitos, fuligem, efluentes industriais e contaminação do solo e da água. A unidade da Floresta Preservada, mesmo cercada por áreas industriais, também sofre impactos ambientais, como poluição e escoamento de substâncias químicas.

As consequências ambientais das ameaças que incidem sobre a região amazônica são profundas, afetando tanto os ecossistemas quanto os recursos naturais que sustentam as comunidades locais. Conforme discutido por Santos, Vitorino e Pereira (2016), municípios costeiros do estado do Pará, como Barcarena, já apresentam elevada vulnerabilidade socioambiental, agravada pela intensificação das atividades humanas e pela insuficiente fiscalização dos órgãos competentes. A ausência de estratégias de contingência frente a desastres tecnológicos compromete a qualidade do ar, do solo, dos lençóis freáticos e dos rios, além de reduzir a biodiversidade local (Silva; Hazeu, 2019).

No campo econômico, essas ameaças impactam diretamente a renda das populações e a infraestrutura regional. Um caso emblemático foi o naufrágio do navio Haidar em 2015, que alterou drasticamente as dinâmicas socioeconômicas da praia de Vila do Conde, afetando especialmente os pescadores locais. Segundo Silva Pimentel, Szlafsztein e Montero (2021), a degradação ambiental e os eventos extremos prejudicam atividades essenciais como pesca, agricultura e extrativismo, fundamentais para a subsistência de comunidades amazônicas. Em

Barcarena, a pressão exercida por empreendimentos industriais acentua a vulnerabilidade das cadeias produtivas, criando tensões entre o crescimento econômico e a sustentabilidade socioambiental.

As consequências sociais são ainda mais preocupantes, pois afetam desproporcionalmente as populações mais pobres e vulneráveis. Santos et al. (2016) destacam que o acesso desigual à infraestrutura, à educação e à informação amplifica os impactos dos desastres sobre comunidades marginalizadas. Em Barcarena, esse cenário é agravado pela coexistência de comunidades tradicionais, urbanas e indígenas em áreas de risco, exigindo políticas públicas urgentes baseadas em governança de riscos, justiça social e equidade ambiental (Pimentel et al., 2021).

Com base na análise temporo-espacial das multi-ameaças em Barcarena, torna-se imprescindível a criação de comitês locais de gestão de riscos, com participação do governo, setor industrial, universidades e comunidades. Esses comitês devem desenvolver planos de emergência multiriscos, organizar bancos de dados e manter registros sistemáticos dos eventos. Também é fundamental estruturar sistemas eficazes de alerta visual e sonoro. Em trabalho de campo, foi recorrente a queixa de moradores sobre a dificuldade de ouvir as sirenes de emergência, abafadas pelo ruído intenso da indústria de beneficiamento de minério próxima às áreas residenciais.

Outra medida essencial é a criação de zonas de proteção ambiental e tecnológica, delimitando áreas de amortecimento entre polos industriais e territórios vulneráveis. Deve-se também fortalecer a restauração de ecossistemas naturais, como os manguezais, que atuam como barreiras contra inundações, implementar auditorias ambientais independentes e estabelecer protocolos claros de comunicação de riscos para garantir transparência à população. Bem como, realocar os locais de encontro para área mais elevadas ao entorno da zona industrial do município, são ações preventivas e com alto poder de impacto positivo para as comunidades.

Em nível local, recomenda-se a capacitação de líderes comunitários como agentes de resiliência, responsáveis por organizar planos de evacuação, disseminar informações preventivas e representar os interesses das comunidades em processos decisórios. Com isso, as comunidades passam a ser protagonistas na construção da própria segurança.

Por fim, em escala global, é essencial fomentar parcerias internacionais para financiar projetos de adaptação climática e gestão de riscos na Amazônia, utilizando instrumentos como o Fundo Verde do Clima (GCF). Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, e 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, o GCF oferece suporte técnico e financeiro para iniciativas que visam fortalecer a resiliência de

comunidades vulneráveis e mitigar os impactos das mudanças climáticas (Amighini; Giudici; Ruet, 2022). Nesse contexto, a articulação internacional torna-se estratégica para garantir os recursos necessários à implementação de medidas locais, contribuindo para a proteção da região amazônica e de seus povos diante das múltiplas ameaças naturais e tecnológicas.

Portanto, a compartimentação da paisagem de Barcarena demonstra a coexistência de fragilidades naturais e impactos antrópicos, reforçando a necessidade de políticas de planejamento territorial que integrem estratégias de mitigação de riscos e conservação ambiental. O estudo integrado das multi-ameaças e das unidades de paisagem fornecem subsídios essenciais para a gestão ambiental do município, auxiliando na identificação de áreas prioritárias para monitoramento e medidas de prevenção contra desastres socioambientais.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito da geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, 1969.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.
- ALVALÁ, R. C. S.; BARBIERI, Alisson F. Desastres naturais. In: NOBRE, Carlos A.; MARENGO, José A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar: contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas**. Bauru, SP: INCT, 2017. Disponível em: https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro_Mudan%C3%A7as-Climaticas-em-Rede_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf. Acesso em: 07 jan. 2024.
- ANGELI, S.; Malamud, B. D.; Rossi, L.; Taylor, F. E.; Trasforini, E.; Rudari, R. A multi-hazard framework for spatial-temporal impact analysis. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 73, p. 102829, 2022.
- ARAÚJO, P. S. Diagnóstico da supressão de vegetação nativa em áreas de preservação permanente contida no Código Florestal brasileiro de 2012. **Revista de Estudos Jurídicos da UNESP**, v. 18, n. 27, 2014.
- AVELAR, Marcio dos Santos. **Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com barragens de caulim em Barcarena**. Orientadora: Milena Marília Nogueira de Andrade. 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11841>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- AVENZA MAPS, Avenza System Inc., 5.0.2. **Aplicativo de mapeamento e navegação GPS**. Disponível em: <https://www.avenza.com/avenza-maps/> Acesso em: 09 mar. 2024.
- BARCARENA (Município). **Plano Diretor Municipal**. Lei complementar municipal Nº 49/2016, de 17 de outubro de 2016. Aprova a política de Gestão e Desenvolvimento Territorial e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Barcarena - PA, e dá outras providências. Barcarena, 2016.
- BECKER, B. K. **Amazônia**. São Paulo: Editora Ática, 1990. 112 p.
- BLUWSTEIN, J. Colonizing landscapes/landscaping colonies: from a global history of landscapism to the contemporary landscape approach in nature conservation. **Journal of Political Ecology**, v. 28, 1, p. 1-23, 2021.
- BORDALO, C.; FERREIRA, D.; SILVA, F. O. **Conflitos socioambientais pelo uso da água em comunidades ribeirinhas no nordeste paraense: o caso das bacias hidrográficas dos Rios Murucupi e Dendê no Município de Barcarena-PA**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17., 2017; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/suporte,+Gerente+da+revista,+1803-7350-1-SM%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/suporte,+Gerente+da+revista,+1803-7350-1-SM%20(3).pdf). Acesso em: 23 abr. 2024.

BORDALO, C; SILVA, F; SANTOS, V. Por uma gestão dos recursos hídricos no estado do Pará: estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Murucupí no município de Barcarena. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 4, p. 1216-1228, 2012. Edição especial.

BOULHOSA, Messiana Beatriz Malato. **Análise de imagens Landsat ETM, Radarsat-1 e modelos numéricos de terreno para o mapeamento dos índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na costa de manguezais do nordeste do Pará.** Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho. 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/14697>. Acesso em: 24 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Classificação e Codificação Brasileira De Desastres – COBRADE** - 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/defesa-civil/legislacoes>. Acesso em: 11 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos:** livro base. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

CARMO, M. B. S; COSTA, S. M. F. Os paradoxos entre os municípios no município de Barcarena, Pará. **Revista Urbe**, v. 8, n. 3, p. 291-305, 2016.

CARMO, E. D.; CRAVO, J. R. S.; HAZEU, M.; GAYOSO, S. (org.). **Barcarena Livre Informa:** informativo. Belém: UFPA, 2016. 22 p.

CORRÊA, A. C. B. Entrevista: um diálogo sobre geografia. **Entre Lugar**, v. 10, n. 20, p. 192-204, 2019.

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

COUTINHO, E. C. S.; SOUSA, Á. M. C.; FARIAS, A. L. A.; COUTINHO, S. H. S.; MADUREIRA, N. L. V.; CASTRO, H. S.; QUARESMA, A. F. Grandes Projetos Minerometalúrgicos e seus danos socioambientais: a história do distrito industrial de Barcarena. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, p. e1331, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco. v16n3-073. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1331>. Acesso em: 12 nov. 2023.

COSTA, A.; FONSECA, D. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa:** Barcarena, Pará. Brasília, DF: CPRM, 2016. Relatório CPRM. p. 10 - 46.

CRED (nd). EM-DAT, **The International Disaster Database**, inventariando riscos e desastres em todo o mundo desde 1988. Disponível em: <https://www.cred.be>. Acesso em: 18 jan. 2024.

CRUZ, L. C. B. **Naufrágio no Porto de Vila do Conde-Barcarena/PA:** a perspectiva dos atingidos e o acionamento do poder judiciário. Orientador: Henri Acselrad. 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política e Planejamento Urbano) - Programa de Pós-Graduação Lato Sensu, do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

CUNHA, C. M. C. **Vulnerabilidade ambiental no município de Barcarena-PA:** análise da erosão nas praias do Caripí e da Vila do Conde. Orientador: Lúcio Correia Miranda. 2019. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Geoprocessamento) – Campus

Universitário de Ananindeua, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2019. Disponível em: <http://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/1021>. Acesso em: 03 fev. 2024.

DURHAM, K. Treating the risks in Cairns. **Natural Hazards**, v. 30, n. 2, p. 251-261, 2003.

EL-ROBRINI, M; SILVA, M. A; SOUZA FILHO, P. W; EL-ROBRINI, M. H; SILVA JUNIOR, O. G; FRANÇA, C. F. Pará. In: MUEHE, D. (org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 89-130.

EL-ROBRINI, M. H. S. **Estudo da variabilidade morfo-sedimentar sazonal de praias estuarinas - Ilha de Mosqueiro**. (Dissertação de Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geologia Marinha, Instituto de geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2001.

EMBRAPA. **Solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. p. 25-40.

ESPIRITO-SANTO, C. M.; SZLAFSZTEIN, C. F. Gestão de risco de desastres em planos diretores de três municípios da zona costeira do estado do Pará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 16, n. 2, p. 223-230, 2016.

FARIAS, Daniel Ramôa. **Variabilidade morfo-sedimentar das Praias Estuarinas do Amor e dos Artistas (Ilha de Caratateua, Pará)**. Orientador: Maâmar El-Robrini. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11642>. Acesso em: 25 abr. 2023.

FARIAS, A. L. A. Impactos e conflitos socioambientais de grandes projetos na Amazônia: até quando Barcarena/PA será uma zona de sacrifício? **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 20, n. 1, p. 2, 2023.

FIOCRUZ. **Mineração de caulim contamina recursos hídricos e compromete a subsistência de comunidades da Vila do Conde, em Barcarena**. Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental. Disponível em: <http://www.conflitoambiental.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=72>. Acesso em: 25 nov. 2024.

FREITAS, Stephanie Jael Negrão de. **Vulnerabilidade socioambiental relacionada à erosão do solo em Barcarena-PA**. Orientadora: Márcia Aparecida da Silva Pimentel. 2021. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Belém, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/15836>. Acesso em: 14 dez. 2023.

GALLINA, V.; TORRESAN, S.; CRITTO, A.; SPEROTTO, A.; GLADE, T.; MARCOMINI, A. A review of multi-risk methodologies for natural hazards: Consequences and challenges for a climate change impact assessment. **Journal of environmental management**, v. 168, p. 123-132, 2016.

GESTER, L. C. G.; SILVA, C. N.; SILVA, J. M. P.; SOARES, D. A. S.; CARVALHO, A. C.; SILVA, E. K. R. Impactos socioambientais na Amazônia paraense: uma análise na comunidade de Curupeté (Barcarena, Pará, Brasil). **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 7, p. 6164-6196, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002. p. 44-176.

GILL, J. C.; MALAMUD, B. D. Hazard interactions and interaction networks (cascades) within multi-hazard methodologies. **Earth System Dynamics**, v. 7, n. 3, p. 659-679, 2016.

GILL, J. C.; MALAMUD, B. D. Reviewing and visualizing the interactions of natural hazards. **Reviews of Geophysics**, v. 52, n. 4, p. 680-722, 2014.

GORAYEB, A. **Análise Integrada da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté – Amazônia Oriental – Brasil**. 2008. 206 f. 150 Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

GRAY, M. Landscape: the physical layer. **Key concepts in geography**, v. 6, 2009.

GOUDIE, A.; VILES, H. **Landscapes and geomorphology**: a very short introduction. 1. ed. Oxônia, Reino Unido: Oxford, 2010.

GUERRA, A. J. T. Encostas urbanas. *In*: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 13-39, 2011.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Paisagens da geomorfologia**: temas e conceitos no século XXI. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

HAZEU, M. T. **O não lugar do outro**: sistemas migratórios e transformações sociais em Barcarena. Orientadora: Edna Maria Ramos de Castro. 2015. 335 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

HUGGETT, R.; PERKINS, C. Landscape as form, process and meaning. *In*: MATTHEWS, John A.; HERBERT, David T. (ed.) **Unifying Geography**. London: Routledge, 2004. p. 224-239.

IBGE. **Barcarena - PA - cidades e estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/barcarena.html>. Acesso em: 16 nov. 2023.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. p. 49-123. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7).

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. p. 30-32. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 5).

IBGE. **Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA**: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação, 2022. Rio de Janeiro, [2022].

IMERYS. **Plano de ação de emergência de barragem de mineração**: PAEBM, Bacia 3 IRCC. Barcarena, 2016. v. 5.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos**. 2022. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 28 out. 2024.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (ISDR). **Hyogo Framework for Action 2005 -2015**: building the resilience of nations and communities to disasters. *In*: WORLD CONFERENCE ON DISASTER REDUCTION, 2005, Hyogo, Japan.

Disponível em: <https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2024.

JONES, D. Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects. **Geography**, v.78, n.2, p.161-165, 1993.

KAPPES, M. S.; KEILER, M.; ELVERFELDT, K. V.; GLADE, T. Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review. **Natural hazards**, v. 64, p. 1925-1958, 2012.

KAPPES, M. S.; KEILER, M.; GLADE, T. **From single-to multi-hazard risk analyses: a concept addressing emerging challenges**. In: CONFERENCE: MOUNTAIN RISKS: BRIDGING SCIENCE TO SOCIETY, 2010, Florence. Proceedings of the international conference. p. 351-356.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. p. 109.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo, Atlas, 2003. p. 183-310.

LEMO, M. A. Q.; PIMENTEL, M. A. S. Mineração e desastres ambientais com rejeitos de bauxita e caulim no município de Barcarena-Pará-Brasil-Amazônia. **Territorium**, v. 1, n. 28, p. 137-156, 2021.

LIMA, R.; LIMA, A. OLIVEIRA, L.; TELLES, M.; BARRETO, N.; GUIMARÃES, P.; FONTILNHAS, R. **Recursos Hídricos no Estado do Pará: principais ações desenvolvidas no âmbito da gestão**. In: SECTAM (org.). Navegando sob o céu do Pará: hidroclimatologia e recursos hídricos do Estado do Pará. Belém, 2005. p. 59-75.

LINHARES, L. I. M., MONTEIRO, J. B., PACHECO-GRAMATA, A. P. P. Geografia dos riscos e vulnerabilidades: uma breve discussão teórica e metodológica. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 23, p. 75-98, 2021.

LIRA, T. M.; CHAVES, M. P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, p. 66-76, 2016.

LOPES, M. S., Saldanha, D. L., 2016. Análise de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental do oeste da Bacia Hidrográfica do Camaquã – RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68, 1689-1708.

MANÉ, I.; CARVALHO, M. N.; PALHETA, J. M.; SILVA, C. N. Impactos socioambientais relacionados à exploração da bauxita no município de Barcarena, Região Norte do Brasil. **Revista GeoAmazônia**, v. 10, n. 20, p. 01-19, 2022.

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, 2022.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**. v. VII, n. 2, jul./dez. 2004.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, n. 14, p. 39-46, p. 2001.

MARTINS S. E. M. **Geomorfologia e sedimentologia dos depósitos sedimentares recentes da porção superior do estuário do Rio Pará (Baía De Marajó, Amazônia)**. Dissertação (Mestrado em Geologia Marinha) - UFRGS, Porto Alegre, 2010.

MELO, F. A.; PIMENTEL, M. A. S.; LEITE, T. V. Estudo da qualidade socioambiental urbana dos distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena Pará com uso de indicadores ambientais urbanos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 5, p. 565-586, 2021.

MELO JUNIOR, H. R. **Mapeamento da vulnerabilidade e análise de risco de contaminação como instrumento de proteção das águas subterrâneas em áreas industriais: caso da Albrás, Barcarena-Pa.** 150 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

MENDONÇA, A. K.; BORGES, M. S. Desastres ambientais na Amazônia: estudo de caso dos riscos de deslizamento de massa em Barcarena. **Journal of Applied Hydro-Environment and Climate**, v. 3, n. 1, p. 01-21, 2021.

MENDONÇA, A. K. S.; ALMEIDA, A. S.; BORGES, M. S.; MAIA, P. R. Diagnósticos de riscos de desastres ambientais no estado do Pará: os deslizamentos de massa. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 16, n. 50, p. 4182-4206, 2023.

MIGUEZ, M.; VERÓL, A.; DI GREGORIO, L. T. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2000.

NAHUM, João Santos. **O Uso do Território em Barcarena: modernização e ações políticas conservadoras**. 2006. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2006.

NAHUM, J. S. Usos do território e poder do atraso em Barcarena (Pará). **Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía**, Bogotá, v. 20, n. 1, p. 47-52, 2011.

NASCIMENTO, N. S. F.; HAZEU, M. T. 2015. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. **Argumentum**, v. 7, n. 2, p. 288- 301, 2015.

NASCIMENTO, S. M. O Licenciamento Ambiental da Hydro Alunorte: o que há entre Desastres, Licenças e Expansões Produtivas? *In: CASTRO, E.; CARMO, E. D. (org.). Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Mariana e Brumadinho*. Belém: NAEA, 2019. p. 91-105.

OLIMPIO, J. L.; ZANELLA, M. E. Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Ra'e Ga**, v. 40, 2017.

OLIVEIRA, E.; ROBAINA, L. Mapeamento das áreas de risco Geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria/RS. **Ciência e Natura**, n. 1, p. 197-218, 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 e 13: Cidades e comunidades sustentáveis. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal11>. Acesso em: 5 nov. 2024.

PACHECO JÚNIOR, A. C. **Estudo Experimental do comportamento dos fenóis em aquífero livre da área de Albrás-Barcarena/PA**. Orientadora: Eliene Lopes de Souza. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2003. 290 p.

PARÁ. (Estado). Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia. **Cadeia produtiva do caulim**. Disponível em: <http://sedeme.com.br/portal/cadeia-do-caulim>. Acesso em: 20 fev. 2024.

PARÁ. (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Gerenciamento costeiro no estado Pará: orientações para o ordenamento ambiental**. Belém: SEMAS, 2020. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/SEMAS_Guia-GERCO_compressed.pdf. Acesso em: 11 set. 2023.

PARÁ. (Estado). Secretaria Executiva de Estado de Planejamento Orçamento e Finanças. (SEPOF). **Estatística Municipal**. Belém, 2006. 44 p.

PARENTE, Y. Y.; SZLAFSZTEIN, C. F. Analysis of the level of municipal exposure to technological hazards in the Amazon region of Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 70, p. 102782, 2022.

PEDROZA, A. S. O geógrafo como técnico fundamental no processo de gestão dos riscos naturais. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 11-30, 2012.

PEIXOTO, D. D. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchente e inundação: Rio da Conceição, estado do Tocantins - 2016**. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19914>. Acesso em: 11 set. 2023.

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F. Ameaças e desastres naturais na Amazônia Sul Ocidental: análise da bacia do Rio Purus. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 68-94, 2016.

RODRIGUES, J. E. C. F. **Risco tecnológico: uma análise do porto de Vila do Conde como área potencial de ameaça ao vazamento de óleo para comunidades em situação de vulnerabilidade**. Orientador: Cláudio Fabian Szlafsztein. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

RODRIGUES, A. B. **Turismo e espaço: rumo a um conhecimento transdisciplinar**. São Paulo, Hucitec, 1997. p. 158.

RODRIGUEZ, J. M.M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007. p. 222.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. Fortaleza: Ed. UFC, 2018.

RODRIGUES, J. C.; HAZEU, M. T. Projetos de infraestrutura, desastres e indicativos para novos desastres em Barcarena, Pará, Brasil. **DRd - Desenvolvimento Regional em Debate**, n. 9, p. 818–838, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2457>.

ROSSETTI, D.F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A.M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, n. 1, p. 25-74, 1989.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, L. A. F. G.; PINTO, S. A. F.; ALMEIDA, C. M. Geotecnologias aplicadas à caracterização das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 13, Florianópolis, 2007. p.5479-5486.

SAITO, S. M.; SORIANO, E. LONDE, L. R. **Desastres naturais**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

SANTOS, R. **Gestão de desastres e política de assistência social: estudo de caso de Blumenau/SC**. 2012. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/99485>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SANTOS, A. T. L. M. **Análise temporal dos impactos socioambientais das barragens de rejeito na bacia hidrográfica do rio Murucupí, Barcarena – PA**. Orientadora: Vilhena, K. S. S. 2018. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental) - Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/12413>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SANTOS, L. S.; SILVA JUNIOR, O. M.; ROCHA, M. A. N. Mapa de múltiplas ameaças: um sobreaviso a população amazônica. *In: MAGNONI JÚNIOR, Lourenço et al. (org.). Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. p. 626-641.

SANTOS, M. S.; VITORINO, M. I.; PIMENTEL, M. S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 842-854, 2017.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo, Hucitec. p. 120, 1996.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 6. ed. São Paulo: EdUSP, 2012.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo, Hucitec. p. 65, 1982.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico - científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994. p. 190.

SANTOS, F. A. A.; ROCHA, E. J. P. Alagamento e inundação em áreas urbanas. Estudo de caso: cidade de Belém. **Revista GeoAmazônia**, v. 1, n. 2, p. 33-55, 2014.

SAAVEDRA, M. P. C. Imerys em Barcarena: os efeitos colaterais perversos da mineração nos recursos hídricos do município. In: CASTRO, E.; CARMO, E. D. (org.). **Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Mariana e Brumadinho**. Belém: NAEA, 2019. p. 172- 181.

SILVA, F. **Por uma gestão das águas na bacia hidrográfica do Rio Murucupi-Barcarena-PA**. Orientador: Carlos Alexandre Leão Bordalo. 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SILVA JÚNIOR, Osmar Guedes da. **Morfoestratigrafia da planície costeira do município de São João de Pirabas (Porção NW) – NE do estado do Pará**. Orientador: Maamar El-Robrini. 1998. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/14904>.

SILVA JUNIOR, O. M., SZLAFSZTEIN, C. F., BAIA, M. M. **Gestão de Riscos de Desastres no Arquipélago do Bailique, Foz do Rio Amazonas, Amapá, Brasil**. Ensino de Geografia e Redução de Riscos. 2022, p. 2-23. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/EGRR2022/EGRR-2022-32.pdf>. Acesso em: 03 fev 2024.

SMITH, K. **Environmental hazards**: assessing risk & reducing disaster. London: Routledge, 1992. p. 324.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de geossistemas**. Tradução de: Carlos Augusto Figueiredo Monteiro e Dora Amarante Romariz. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1977.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre**. Biogeografia. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1978. 24 p.

STEINBRENNER, R. A.; BRAGANÇA, P. L.; NETO, G. G. Mídia e desastre socioambiental I: análise da cobertura midiática do vazamento da Hydro-Alunorte em Barcarena. In: CASTRO, E.; CARMO, E. D. (org.). **Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Mariana e Brumadinho**. Belém: NAEA, 2019. p. 123-136.

TELES, G. C. Análise socioambiental de risco nas áreas de várzea da Amazônia: um olhar sobre as condições de injustiça ambiental urbana em Barcarena-Pa. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 10, n. 1, p. 17-39, 2020.

TEIXEIRA, S. G.; BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade da costa nordeste do Pará**. Brasília, DF: CPRM, 2019. Relatório CPRM. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21510>. Acesso em: 23 ago. 2024.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais**. São Paulo: Editora Instituto Geológico, 2009, p. 15 - 179. Disponível em: <https://arquivo.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/2016/12/DesastresNaturais.pdf>. Acesso em: 21 fev 2024.

TOURINHO, H. (coord.) **Repercussões sócio-econômicas do complexo Industrial ALBRAS-ALUNORTE em sua área de influência imediata**. Belém: IDESP, 1991.

UNITED NATIONAL INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). Terminologia UNISDR. **Redução de risco de desastres, estratégia internacional das nações unidas para redução de desastres**. 2009. Genebra, Suíça, disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>. Acesso em 03 fev 2024.

UNITED NATIONAL INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). **Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction available**. 2017. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportenglish.pdf. Acesso: 23 jul. 2023

VEYRET, Y; RICHMOND, N. M. O risco, os riscos. In: VEYTET, Y (org.). **Os riscos: o homem como e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VENTURI, L. A. B. Paisagem geográfica: muito além do nosso campo de visão. **Confins**, n. 38, 2018.

VIEIRA, G. S.; PEIXOTO, A. S. P.; KAISER, I. M. Análise da estrutura dos bancos de dados de desastres no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 18., 2016. **Anais [...]**. Disponível em: http://cbg2017anais.siteoficial.ws/st19/ID5320_110531_52_Vieiraetal.pdf. Acesso em: 30 dez. 2023.

WITZEL, Nicollas. Vazamento de rejeitos em Barcarena completa um ano; Rio Murucupi está contaminado: mineradora norueguesa Hydro Alunorte contesta laudo sobre situação da água. **O Globo**, 24 fev. 2019. Política. Disponível em <https://oglobo.globo.com/politica/vazamento-de-rejeitos-em-barcarena-completa-um-ano-rio-murucupi-esta-contaminado-23477072>. Acesso em: 03 maio 2024.

WHITE, A. V.; BURTON, I. **Environmental risk assessment**. London: John Wiley & Sons, 1980. p. 157.

ZÊZERE, J.; PEREIRA, A. e MORGADO, P. **Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, 2005.