



**UFC**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO E**  
**DESIGN**

**BEATRIZ SOARES VILLAR NOGUEIRA PAES**

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE A DESASTRES**  
**SOCIONATURAIS NA EXPANSÃO DE CIDADES SEM**  
**PLANEJAMENTO FORMAL:**  
**O CASO DE ICAPUÍ, CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2025**

BEATRIZ SOARES VILLAR NOGUEIRA PAES

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE A DESASTRES  
SOCIONATURAIS NA EXPANSÃO DE CIDADES SEM PLANEJAMENTO FORMAL:  
O CASO DE ICAPUÍ, CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Linha de pesquisa: Planejamento Urbano e Direito à Cidade.

Orientador: Prof. Pós-doc. Daniel Ribeiro Cardoso.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P143a Paes, Beatriz.

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE A DESASTRES SOCIONATURAIS NA  
EXPANSÃO DE CIDADES SEM PLANEJAMENTO FORMAL : O CASO DE ICAPUÍ, CEARÁ /  
Beatriz Paes. – 2025.

152 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design,  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso.

1. Gestão de Risco de Desastres Naturais. 2. Dinâmicas Urbanas. 3. Expansão Urbana. I. Título.

CDD 720

---

BEATRIZ SOARES VILLAR NOGUEIRA PAES

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E VULNERABILIDADE A DESASTRES  
SOCIONATURAIS NA EXPANSÃO DE CIDADES SEM PLANEJAMENTO FORMAL:  
O CASO DE ICAPUÍ, CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Linha de pesquisa: Planejamento Urbano e Direito à Cidade.

Aprovada em: xx/xx/xxxx.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Pós-doc. Daniel Ribeiro Cardoso (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Clarissa Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha avó, que enxergou a educação como instrumento de libertação. Sua crença no poder transformador do conhecimento fez da educação um ato de amor e resistência. Esta conquista é, antes de tudo, um tributo à sua força, resiliência e determinação.

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, pela sabedoria divina que, conduz o tempo e direciona minha vida. Agradeço também a mim mesma, pela persistência ao longo de toda essa jornada de mestrado. Ao meu orientador Daniel Cardoso, agradeço principalmente pelo incentivo e empolgação com cada fase do desenvolvimento desta pesquisa. Obrigada, por todos os esforços extras feitos ao abrir as portas do LED, permitindo que eu, como bolsista de pesquisa durante o Plano Diretor de Icapuí, conhecesse e aprofundasse meus conhecimentos sobre o local. À professora Clarissa Freitas, que esteve em todas as etapas desta história. Seus comentários diretos, mas acolhedores, acompanhados de um conhecimento amplo, auxiliaram no amadurecimento desta pesquisa. Ao professor Jeovah, por toda sua disponibilidade e contribuição acadêmica, este, assim como diversos outros trabalhos são reflexos do seu compromisso com a produção de conhecimento. Aos meus pais, que sempre valorizaram a educação como base para o crescimento pessoal e profissional. À Rafaele Cavalcante, por sua generosidade e compreensão que fizeram toda a diferença nesta jornada. Aos meus amigos Sophia, Victor, Raquel e Stelme, por estarem ao meu lado, oferecendo apoio, palavras de encorajamento e momentos de respiro ao longo de um período tão desafiador. À minha prima e irmã Gilda, que divide o sonho acadêmico comigo, me orientando, mesmo que a distância, a encontrar a calma nos momentos de incerteza. Por fim, deixo meu carinho e gratidão aos demais docentes e discentes do PPGAUD+ que, mesmo não citados nominalmente, deixaram marcas significativas em minha trajetória. A todos, meu sincero e profundo agradecimento. Esta conquista é, em grande parte, fruto de tudo o que me proporcionaram.

## RESUMO

Diante do despreparo urbano na mitigação de desastres naturais, decorrente de políticas públicas brasileiras de gestão historicamente reacionárias, o presente trabalho investigou o processo metodológico para a elaboração de políticas urbanas orientadas pela mitigação de desastres naturais que englobam indicadores multifatoriais de risco. Considerando o crescimento contínuo da frequência e intensidade de desastres no último século e a perspectiva desse cenário se agravar com os avanços das mudanças climáticas, explorou-se estratégias para a identificação e inclusão de indicadores sociais na avaliação do risco em cidades sem planejamento urbano formal. Tendo em vista o dinamismo da cidade contemporânea e a necessidade de reinvenção do planejamento urbano, esta dissertação examinou a avaliação de áreas de expansão como base para direcionamento de políticas públicas. A partir da caracterização da relação entre desastres socionaturais e dinâmicas urbanas no município de Icapuí/CE, classificou-se o nível de vulnerabilidade das principais áreas de expansão urbana por meio da análise de indicadores específicos para a região. A metodologia adotada foi a *Design Science Research*, a qual viabilizou a validação e a avaliação dinâmica dos resultados apresentados durante o desenvolvimento do método de classificação ao longo da pesquisa. O trabalho ofereceu contribuições sobre como classificar, avaliar e quantificar o risco de desastres socionaturais em recortes urbanos, direcionando aspectos prioritários para políticas urbanas de mitigação de resiliência de cidades. Além disso, apresentou um estudo diagnóstico sobre o estado de vulnerabilidade das áreas de expansão urbana de Icapuí, a contextualização histórica e a caracterização de impulsores no desenvolvimento de políticas de gestão de desastres e procedimentos para a captação de dados em municípios sem monitoramento.

**Palavras-chave:** Gestão de Risco de Desastres Naturais; Dinâmicas Urbanas; Expansão Urbana.

## ABSTRACT

Given the urban unpreparedness in the mitigation of natural disasters, resulting from historically reactive public management policies in Brazil, this work investigates the methodological process for developing urban policies oriented towards the mitigation of natural disasters that encompass multifactorial risk indicators. Considering the continuous increase in the frequency and intensity of disasters over the last century, and the prospect of this scenario worsening with the advance of climate change, the research explores strategies for the identification and inclusion of social indicators in the risk assessment of cities without formal urban planning. Regarding the dynamism of the contemporary city and the need for reinventing urban planning, this dissertation examines the assessment of expansion areas as a basis for directing public policies. Based on the characterization of the relationship between socio-natural disasters and urban dynamics in the municipality of Icapuí/CE, the level of vulnerability of the main urban expansion areas was classified by analyzing specific indicators for the region. The adopted methodology is Design Science Research, which enabled the dynamic validation and evaluation of the results presented during the development of the classification method throughout the research. The work offers contributions on how to classify, evaluate, and quantify the risk of socio-natural disasters in urban sections, guiding priority aspects for urban policies aimed at disaster mitigation and city resilience. Furthermore, it presents a diagnostic study on the state of vulnerability of Icapuí's urban expansion areas, historical contextualization, and characterization of drivers in the development of Disaster Management Policies and procedures for data collection in municipalities without monitoring.

**Keywords:** Disaster Management; Urban Dynamics; Urban Expansion.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ocorrência de tipologia de desastres no Brasil, por região, entre 1991-2023. ....	25
Figura 2 – Quantidade de desastres naturais registrados no Brasil por tipologia.....	25
Figura 3 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Norte por tipologia. ....	26
Figura 4 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Sul por tipologia. ....	26
Figura 5 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Nordeste por tipologia. ....	27
Figura 6 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Sudeste por tipologia. ....	27
Figura 7 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Centro-Oeste por tipologia. .....	28
Figura 8 – Tipologia de danos e prejuízos por ano.....	31
Figura 9 – Tipologia de danos x Tipologia de desastres por ano. ....	31
Figura 10 – Tipologia de prejuízos x Tipologia de desastres por ano. ....	32
Figura 11 – Distribuição dos danos humanos causados por cada tipo de desastre.....	33
Figura 12 – Distribuição dos danos materiais causados por cada tipo de desastre. ....	33
Figura 13 – Distribuição dos prejuízos privados causados por cada tipo de desastre. ....	34
Figura 14 – Distribuição dos prejuízos públicos causados por cada tipo de desastre. ....	34
Figura 15 – Linha do tempo: frequência de prejuízos/danos por quantidade de desastres naturais por ano no Brasil. ....	35
Figura 16 – Linha do tempo: agenda política de gestão de desastres naturais. ....	38
Figura 17 – Ciclo de políticas públicas .....	42
Figura 18 – Delimitação teórica de vulnerabilidade no <i>Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems</i> .....	49
Figura 19 – Metodologia de avaliação. ....	58
Figura 20 – Mapa de limites territoriais de Icapuí. ....	64
Figura 21 – Quantidade de registros/reconhecimentos anuais de desastres naturais em Icapuí. .....	65
Figura 22 – Quantidade de registros/reconhecimento anuais de desastres naturais em Icapuí por tipologia.....	66
Figura 23 – Quantidade de registros/reconhecimento anuais de naturais em Icapuí por tipo. .	66
Figura 24 – Quantidade de danos/prejuízos anuais de desastres naturais em Icapuí. ....	67

Figura 25 – Mapa de erodibilidade do solo de Icapuí em 2025. ....	68
Figura 26 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - geral.....	69
Figura 27 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 01 .....	70
Figura 28 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 02.....	71
Figura 29 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 03 .....	72
Figura 30 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 04.....	73
Figura 31 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 05 .....	74
Figura 32 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 06.....	75
Figura 33 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 07.....	76
Figura 34 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 - setor 08.....	77
Figura 35 – Mapa de cobertura vegetal de Icapuí em 2023.....	78
Figura 36 – Mapa de Pedologia de Icapuí em 2023. ....	79
Figura 37 – Mapa de caracterização geoambiental de Icapuí em 2023.....	80
Figura 38 – Mapa de Geomorfologia de Icapuí em 2023.....	82
Figura 39 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023: Geomorfologia.....	84
Figura 40 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023: cobertura vegetal. ....	85
Figura 41 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023: declividade.....	87
Figura 42 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023. ....	89
Figura 43 – Mapa de setores de estudo.....	92
Figura 44 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 01 .....	93
Figura 45 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 02.....	94
Figura 46 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 03.....	95
Figura 47 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 04.....	96
Figura 48 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 05.....	97
Figura 49 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 06.....	98
Figura 50 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 07.....	99
Figura 51 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 - setor 08.....	100
Figura 52 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 01.....	101
Figura 53 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 02.....	102

Figura 54 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 03.....	103
Figura 55 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 04.....	104
Figura 56 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 05.....	105
Figura 57 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 06.....	106
Figura 58 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 07.....	107
Figura 59 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 - setor 08.....	108
Figura 60 – Mapa de delimitação de área de expansão 1 .....	109
Figura 61 – Mapa de delimitação de área de expansão 2 .....	110
Figura 62 – Mapa de delimitação de área de expansão 3 .....	111
Figura 63 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 .....	131
Figura 64 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 - área de expansão 1	132
Figura 65 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 - área de expansão 2	134
Figura 66 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 - área de expansão 3	136

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipologia de desastre mais recorrente por ano, região mais afetada e tipologia de desastres mais recorrente na região. ....	29
Tabela 2 – Variáveis usadas para construir o <i>Baseline Resilience Indicators</i> .....	45
Tabela 3 – Variáveis presentes no método <i>Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems</i> .. ....	50
Tabela 4 – Variáveis usadas para construir o Índice de Adaptação Urbana.....	54
Tabela 5 – Tabela síntese de captação de dados.....	60
Tabela 6 – Classificação da cobertura vegetal.....	86
Tabela 7 – Classificação de declividade.....	88
Tabela 8 – Adaptação de variáveis do BRIC para o estudo de caso .....	112
Tabela 9 – Adaptação de variáveis do UAI para o estudo de caso.....	115
Tabela 10 – Aplicação do BRIC no estudo de caso .....	117
Tabela 11 – Índice-base.....	120
Tabela 12 – Valores de categorias de análise .....	124
Tabela 13 – Índice-base - aplicado nas áreas de expansão de Icapuí.....	125
Tabela 14 – Índice-base - captação de informações.....	128

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>16</b>
<i>1.1.1 Objetivo geral</i>	<b>16</b>
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i>	<b>16</b>
<b>1.2 Metodologia</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Revisão bibliográfica</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Desenvolvimento</b>	<b>18</b>
<b>1.2.3 Avaliação e Validação</b>	<b>19</b>
<b>1.2.4 Contribuição</b>	<b>20</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Desastres naturais como agenda política</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Desastres naturais no Brasil</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Agenda política de gestão de desastres naturais no Brasil</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1 Política Nacional de Proteção a Defesa Civil</b>	<b>39</b>
<b>2.4 Índices sociais de vulnerabilidade a desastres naturais</b>	<b>43</b>
<b>2.4.1 Baseline Resilience Indicators for Communities</b>	<b>44</b>
<b>2.4.2 Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems</b>	<b>48</b>
<b>2.4.3 Índice de Adaptação Urbana</b>	<b>53</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>58</b>
<b>3.1 Estudo de caso: Icapuí, Ceará</b>	<b>59</b>
<b>3.1.2 Caracterização geográfica do município</b>	<b>62</b>
<b>3.1.3 Desastres naturais e mudanças climáticas em Icapuí</b>	<b>65</b>
<b>3.2 Análise de vulnerabilidade natural e ambiental</b>	<b>67</b>
<b>3.3 Expansão e desenvolvimento urbano</b>	<b>89</b>
<b>3.4 Índice-base para avaliação de vulnerabilidade a desastres</b>	<b>111</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>125</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>138</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>142</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ascensão de um capitalismo tardio e as crises ambientais na sociedade pós-moderna são cotidianamente abordadas pelos meios de comunicação. As atuais dinâmicas socioeconômicas pouco sustentáveis e a aceleração ininterrupta da destruição de recursos naturais explicitam uma característica estrutural autodestrutiva pós-moderna em que até mesmo a própria extinção é incapaz de se fazer repensar as crises globais (Laureano, 2015).

Adota-se, neste trabalho, o conceito da ideologia ecossocialista, segundo Laureano (2015), entendendo a relação disfuncional entre a sociedade pós-moderna e o meio ambiente, a fim de enfatizar a necessidade de um equilíbrio socioambiental para a sobrevivência da espécie humana. Esse fator pode ser ilustrado pelo aumento na frequência e intensidade de desastres naturais nos últimos 50 anos, a maior parte, ocorrendo em países subdesenvolvidos. Segundo o Atlas de Mortalidade e Perdas Econômicas de Extremos de Tempo, Clima e Água<sup>1</sup> (World Meteorological Organization, 2021), os desastres naturais foram responsáveis por 45% das fatalidades reportadas e 74% das perdas econômicas nos últimos 50 anos. Além disso, o avanço industrial ampliou a quantidade de emissões de gases de efeito estufa, em que a maior parte é emitida nos meios urbanos, sendo tais gases apontados como responsáveis pela aceleração no processo de mudanças climáticas do planeta. Beck (2011) defende que as ações e reações das mudanças socioeconômicas da pós-modernidade resultam numa sociedade de risco que ocupa simultaneamente um papel de culpado e vítima de vulnerabilidade a desastres, sofrendo um efeito bumerangue. Assim, para estudar desastres naturais, é necessária a compreensão do sincronismo da relação social urbana pós-moderna e a sua vulnerabilidade a desastres.

Por outro lado, a generalização da responsabilidade direcionada à sociedade, imposta por Beck (2011), oculta o impacto das dinâmicas desiguais do sistema capitalista e trata o risco como um efeito colateral da modernidade, em vez de uma consequência direta da expansão capitalista. Abordar o risco na sociedade sem considerar o papel da justiça ambiental resulta em uma análise limitada e ideologicamente neutra, ignorando as desigualdades estruturais na produção e a distribuição desses riscos.

As causas para o aumento da ocorrência e intensificação de desastres naturais são a concentração populacional, alterações nos ecossistemas naturais, urbanização de recursos hídricos, mudanças climáticas, entre outros. Entretanto, o uso da terminologia “desastre natural” dissemina um parecer que dificulta a compreensão da multidisciplinaridade dos efeitos

---

<sup>1</sup>Relatório desenvolvido pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) em parceria com a Organização das Nações Unidas (ONU).

desencadeadores, situando-o como um fenômeno natural imprevisível em uma área povoada que resulta em danos sociais e materiais. Desse modo, de acordo com Monteiro e Zanella (2019), vários pesquisadores têm utilizado o termo “desastre sicionatural” por relacionar fenômenos naturais e uma população com determinadas características que a torna mais vulnerável. Dessa forma, a área urbana ocupa simultaneamente seu papel de responsabilidade e vulnerabilidade a impactos ambientais. Essa abordagem difere do conceito mais amplo de socioambiental, que aborda a relação entre a sociedade e o meio ambiente de forma geral, por focar essencialmente na dimensão de fatores sociais associados a eventos naturais. Mesmo assim, ressalta-se, conceitualmente, para os fins desta pesquisa, que a distinção entre os termos é irrelevante, visto que o foco está no estudo das dinâmicas socioambientais no desenvolvimento urbano. Com isso, considerando a maior familiaridade acadêmica com o termo, utiliza-se o socioambiental para abordar os fatores que envolvem as interações entre sociedade e meio ambiente ao longo deste estudo.

O Relatório Mundial das Cidades de 2022 (Nações Unidas Brasil, 2023), desenvolvido pela ONU-Habitat, afirma que até 2050 a população mundial urbana vai atingir 68%. O processo de aceleração da urbanização vem ocorrendo em paralelo ao avanço industrial e tecnológico em muitas cidades, principalmente de países subdesenvolvidos. Em consequência disso, o planejamento urbano ordenado não consegue lidar com as demandas de infraestrutura, resultando no surgimento de bairros insurgentes em áreas ambientalmente inapropriadas para a construção. No Brasil, diversas cidades têm um cenário urbano marcado pela desigualdade social, sendo recorrente o processo de ocupação urbana em áreas mais vulneráveis a desastres, como: margens de rios, áreas de preservação ambiental, dunas móveis e encostas íngremes, sendo frequentemente apropriadas por parte da sua população, fator que a expõe a riscos de deslizamento, inundações e outros desastres sicionaturais, além de agravar outros problemas ambientais já existentes. Ressalta-se que essas áreas, ao serem habitadas por comunidades com menor poder aquisitivo, têm sua vulnerabilidade e dificuldade de resiliência ampliadas devido ao padrão de ocupação de baixa renda e à omissão estatal na instalação de infraestrutura básica.

Um dos órgãos responsáveis pelo monitoramento de áreas de risco no Brasil é o Serviço Geológico do Brasil, o qual desenvolve um Mapa de Prevenção de Desastres, focando em desastres geológicos, como: deslizamentos, inundações e quedas de rochas. Entretanto, como o monitoramento ocorre apenas em municípios cartografados pelo órgão, não abrangendo a totalidade do território nacional, limita a compreensão e gestão de desastres naturais para apenas áreas previamente identificadas. Essa limitação restringe a aplicação de políticas públicas preventivas, ampliando a vulnerabilidade a desastres naturais.

Esta dissertação está inserida nessa perspectiva e colabora com o desenvolvimento de estratégias para o diagnóstico de vulnerabilidade a desastres naturais em municípios que enfrentam limitações no fornecimento de dados, auxiliando no direcionamento da preparação de cidades aos danos das mudanças climáticas e avaliando a relação sistêmica das dinâmicas urbanas com a vulnerabilidade a desastres naturais. Ao abordar o aspecto ambiental de desastres socionaturais, é nítida a sua relação com fenômenos naturais os quais não existem ações humanas que possam controlar. Contudo, a ocorrência de desastres socionaturais resulta em uma crise multifatorial para controlar, reduzir e gerir as fatalidades e os danos socioeconômicos. Por mais que estratégias de gestão reacionárias<sup>2</sup> sejam necessárias, estratégias de prevenção e mitigação urbanas são cruciais para minimizar os prejuízos e facilitar a reabilitação social pós-desastres de suas vítimas (World Bank, 2020).

As discussões acerca deste tema têm adquirido relevância significativa no contexto global, sobretudo, em virtude do aumento de desastres socionaturais, da aproximação da data-limite para a reversibilidade das mudanças climáticas e das perspectivas ambientais desafiadoras previstas para a segunda metade do século. No entanto, no contexto brasileiro, país no qual o desenvolvimento urbano ocorre comumente de forma desordenada, verifica-se uma lacuna na integração de políticas dedicadas à resiliência urbana e gestão de desastres naturais. Essa realidade, entretanto, não é presente em cidades, como Curitiba e São Paulo, cujos contextos urbanos diferem da maior parte dos municípios brasileiros, devido à presença de um planejamento urbano ordenado a décadas. Sendo assim, o desenvolvimento de pesquisas científicas em que esse tema é abordado, revela-se imprescindível no contexto histórico presente, principalmente em pesquisas que analisem de maneira crítica o desenvolvimento de instrumentos que possibilitem auxiliar no diagnóstico de municípios sem monitoramento prévio. Godoy e Benini (2024) defendem a necessidade de integração entre as políticas de uso e ocupação do solo adequadas com as políticas de mitigação das mudanças climáticas para o enfrentamento de desastres naturais, com o objetivo de eliminar a constituição de áreas de risco. Moretti (1997) e Martins (2006) apoiam a ideia de que o processo de ocupação por população de baixa renda é estimulado por parâmetros restritivos de uso e ocupação do solo. Ao associar os autores, é evidente que a eliminação da constituição de áreas de risco não depende de normas mais rígidas, mas sim da adoção de padrões territoriais de urbanização mais consistentes e inclusivos.

---

<sup>2</sup>Estratégias reacionárias, ou reativas, são as ações tomadas após os desastres para minimizar seus impactos e iniciar a recuperação.

Considerando a problemática apresentada, propõe-se desenvolver e avaliar um método de classificação que viabilize a representação do nível de risco em áreas de expansão urbana. Essa abordagem visa possibilitar que a gestão urbana local formule políticas públicas de desenvolvimento urbano, direcionando o crescimento e reduzindo os riscos de desastres naturais. Ressalta-se que a omissão de estratégias para mitigar a desigualdade social nessas localidades intensifica a vulnerabilidade a desastres naturais, indicando a necessidade de conter a especulação imobiliária nessas áreas, a fim de reduzir a ocupação desordenada em áreas propensas a risco. Além disso, o desenvolvimento dessa metodologia é proposto como auxiliar na tomada de decisão sem o intuito de reforçar ideologias excludentes relacionadas à ordenação territorial.

Para a validação da sua efetividade, foi selecionado um estudo de caso com múltiplas áreas de expansão urbana sem planejamento urbano formal e com dinâmicas territoriais atípicas, possibilitando compreender as dificuldades para a captação de dados no desenvolvimento de um índice social específico envolvendo a tipologia de fenômenos ambientais presentes na região. Enfatiza-se que, para o desenvolvimento do método proposto, a visão sistêmica do surgimento de um desastre natural ocorre da relação entre aspectos socioeconômicos e ambientais locais para a sua utilização, necessitando que, caso replicado, seja adaptado para especificidades do recorte urbano selecionado.

Assim, foi selecionada a cidade de Icapuí, no Ceará, como estudo de caso por consistir numa cidade de pequeno porte costeira, a qual o turismo impacta diretamente nas dinâmicas urbanas, tendo em vista que as características socionaturais locais já demonstram indícios de estarem defeituosas e modificadas pelos avanços das mudanças climáticas. Por ser uma cidade de pequeno porte, a presença de áreas de expansão foi facilmente identificada a partir de um estudo de evolução urbana, visto que tem uma menor área urbana consolidada comparada a grandes centros urbanos. Além disso, mesmo que todos os atuais cenários de expansão existentes fossem de alto risco de desastres naturais, a abundância territorial tão pouco habitada permite a identificação de áreas urbanizáveis que poderiam ser direcionadas como alternativas para um desenvolvimento urbano menos vulnerável.

Diante da problemática na qual esta pesquisa está inserida, emerge como pergunta de partida: “Como podemos relacionar e classificar significativamente as áreas de expansão urbana de Icapuí, enfatizando a sua vulnerabilidade a desastres socionaturais?”. Como hipótese, propõe-se que, mediante a sobreposição criteriosa de indicadores naturais de risco e os aspectos da dinâmica urbana local, seja possível efetuar uma classificação e um direcionamento de áreas mais adequadas para um crescimento urbano, minimizando os riscos inerentes a desastres

socionaturais. Esse delineamento de pesquisa vai além da identificação de indicadores de vulnerabilidades locais, evidenciando o procedimento metodológico para a classificação e representação do risco de desastres de maneira compreensiva, a fim de viabilizar a utilização prática das informações desenvolvidas, proporcionando uma base efetiva para o direcionamento da tomada de decisão e a implementação de estratégias preventivas nas áreas de estudo.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Desenvolver um método para análise de risco para desastres socionaturais nas principais áreas de expansão de municípios de pequeno porte, estabelecendo níveis de vulnerabilidade fundamentados em fatores urbanos.

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- Analisar as políticas públicas de gestão de desastres em âmbito internacional e nacional, situando a política brasileira no ciclo de desenvolvimento de políticas públicas e compreendendo as responsabilidades atribuídas à gestão municipal;
- Identificar e avaliar os principais índices sociais utilizados para a análise da vulnerabilidade, com o intuito de fundamentar a proposição de uma metodologia própria para aplicação em áreas urbanas em expansão;
- Investigar as características naturais e urbanas do município de Icapuí, no Ceará, por meio do desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade ambiental e urbana, bem como identificar e mapear as áreas de expansão urbana no município;
- Elaborar, testar e validar um método de classificação de risco para áreas urbanas em expansão, baseado no índice de vulnerabilidade desenvolvido, visando subsidiar a tomada de decisão e o planejamento territorial.

## 1.2 Metodologia

Esta pesquisa originou-se do desenvolvimento de um método de análise e classificação de zonas de expansão da cidade baseado no grau de vulnerabilidade a desastres socionaturais, em que foi utilizada a metodologia da *Design Science Research*, dividida em quatro etapas: (i) revisão bibliográfica, (ii) desenvolvimento, (iii) avaliação e (iv) contribuição do método desenvolvido. Ao qual, ao longo da pesquisa, essas etapas se sobrepõem devido a sua interdependência, possibilitando ajustes e revisões contínuas do artefato desenvolvido — característica fundamental da *Design Science Research*.

### 1.2.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa do desenvolvimento desta pesquisa consistiu na realização de uma revisão bibliográfica multitemática com o objetivo de identificar como se relacionam as dinâmicas urbanas e a vulnerabilidade a desastres naturais em municípios de pequeno porte litorâneos. Para esse propósito, foi feita uma análise crítica e interpretativa do desenvolvimento da atual Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), identificando eventos que pressionaram alterações nela, temáticas associadas a dinâmicas urbanas utilizadas para a mitigação e procedimentos institucionais direcionados a municípios sem planejamento urbano formal.

Em seguida, foram selecionados três índices (um de âmbito nacional e outros dois internacionais) utilizados para a avaliação de risco de desastres socionaturais. A escolha desses índices baseou-se na sua relevância acadêmica, aplicabilidade testada e semelhança ao contexto político-urbano do estudo de caso. Dessa forma, foi selecionado o Índice de Adaptação Urbana (UAI), desenvolvido para diagnosticar a capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas e compreender como o tema tem sido abordado nos governos municipais brasileiros (Neder et al., 2021); o Indicador de Resiliência de Base para Comunidades (BRIC), o índice de vulnerabilidade mais citado entre os 75 publicados em trabalhos científicos (Ferentz; Garcias, 2020); e o *Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems (ENSURE)*, desenvolvido para abordar diferentes escalas de vulnerabilidade que impactam o risco de inundações, sendo base inicial para a compreensão do impacto do espaço urbano na vulnerabilidade.

A partir disso, foi feita uma análise crítica com o intuito de comparar a congruência entre as temáticas presentes e as temáticas utilizadas para a mitigação de risco na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Como a avaliação de risco presente nesta pesquisa difere-

se na escala territorial analisada dos índices estudados, a identificação das temáticas de mitigação de risco possibilita uma adaptação coerente dos índices-base. Cabe ressaltar que a PNPDEC prioriza ações preventivas que minimizem os danos dos desastres naturais, utilizando ações que promovem o desenvolvimento sustentável como suporte para esse objetivo (Brasil, 2012, arts. 3º e 4º).

Parágrafo único. A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2012, art. 3º).

Por fim, realizou-se revisão bibliográfica e visitas de campo direcionadas à compreensão das dinâmicas urbanas, naturais e sociais de Icapuí, padronizando necessidades socioeconômicas específicas da população da região, a fim de caracterizar dinâmicas específicas para a comunidade. Possibilitou-se, assim, a proposição de um índice direcionado para áreas de expansão urbana mais condizentes com a realidade de cidades de pequeno e médio litorâneas do nordeste brasileiro.

### **1.2.2 Desenvolvimento**

O desenvolvimento da metodologia de avaliação e classificação quali-quantitativa da expansão da cidade de Icapuí teve como base a sobreposição de um estudo de vulnerabilidade natural e um estudo de evolução urbana, em que a metodologia específica para a elaboração de cada um foi detalhada ao longo desta pesquisa. A base de dados, consequente da captação de dados para esses estudos, identificou lacunas e validou as informações georreferenciadas disponíveis, impactando diretamente o índice-base gerado. Para o estudo de vulnerabilidade natural, os dados oficiais disponibilizados apresentaram-se insuficientes, sendo necessária a utilização de dados secundários gerados por meio de pesquisas acadêmicas.

Para contornar tal ausência de dados oficiais e garantir a continuidade dos estudos necessários, adotou-se como referência a base de dados existente desenvolvida pelo Instituto de Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (UFC), elaborada para o Plano Diretor de Icapuí. Ao qual tive acesso, como bolsista no projeto *Modelagem da Informação para o Ordenamento e Desenvolvimento Urbano Sustentáveis em Municípios de Pequeno Porte*, apoiado pela FASTE (Fundação de Apoio a Serviços Técnicos, Ensino e Fomento à Pesquisa). Essa base, construída a partir de metodologias consolidadas e de levantamentos previamente validados, oferece informações compatíveis com os indicadores

utilizados na pesquisa, permitindo a aplicação dos métodos de avaliação de exposição e vulnerabilidade mesmo diante das limitações de disponibilidade de dados formais.

O estudo de evolução urbana foi desenvolvido com base em uma análise da progressão temporal do desenvolvimento urbano de Icapuí por meio dos mapas de cobertura e uso do solo desenvolvidos pelo MapBiomass<sup>3</sup> (2023) em diferentes recortes temporais. Dada a complexidade das dinâmicas urbanas locais, realizou-se um estudo sobre o tipo de uso dessas áreas pela análise dos dados urbanos públicos disponíveis e conversas com atores locais que proporcionaram a validação das áreas de estudo.

A sobreposição dos mapas consequentes desses estudos originou a identificação da presença de áreas de risco habitadas que evidenciaram, quantitativamente, a população mais vulnerável a desastres no território e a caracterização do estado de desenvolvimento urbano nessas áreas.

### **1.2.3 Avaliação e Validação**

Para verificar se a metodologia desenvolvida é coerente perante o problema de pesquisa, foi-se necessário utilizar estratégias de avaliação e validação constantes para garantir sua replicabilidade em outros contextos urbanos. A metodologia desenvolvida gera conhecimento científico através da identificação e classificação de padrões de resiliência ligados a dinâmica local. Dessa forma, fornece uma base para projeções de cenários futuros, onde há a ocorrência de um desastre natural. Assim, a avaliação e validação do método, são contínuas, estendendo-se para além da finalização dessa pesquisa. Como os resultados refletem cenários futuros, a validação ocorre principalmente por meio de fundamentação teórica.

A utilização de índices bases com relevância acadêmica, contexto urbano semelhante e aplicabilidade testada, serviu como estratégia para orientar o desenvolvimento da metodologia apoiada a uma base teórica consolidada e possibilitar a comparação dos resultados gerados. Mesmo assim, diante as alterações realizadas, buscou-se atualizar e ampliar fundamentação teórica, para garantir o alinhamento do método com o estado da arte. Por conta da ausência de dados primários, utilizou-se como estratégia para a avaliação e validação dos dados selecionados a comparação com dados secundários — provenientes de fontes não oficiais reconhecidos, bases acadêmicas, análise qualitativa da percepção dos moradores e consulta com especialistas.

---

<sup>3</sup>Rede colaborativa que mapeia anualmente a cobertura e o uso do solo no Brasil.

Em síntese, a avaliação e validação do método ocorreram sobrepostas a todo o desenvolvimento da pesquisa. Sendo uma etapa contínua, que se renova nas contribuições futuras ligadas ao tema. Para o método desenvolvido, sua validação e avaliação ocorreram partir da comparação com dados secundários, utilizando a consistência teórica como base da confirmação dos resultados obtidos. Assim, ressalto que a avaliação e validação desse método apresenta limitações devido a existência de vieses de interpretação e dependência de referências teóricas consolidadas. Tornando a validação externa e empírica necessárias para a consolidação dos indicadores identificados.

#### **1.2.4 Contribuição**

A aplicação do método de classificação tem como produto um mapa síntese de cada área de expansão, destacando a distribuição espacial georreferenciada dos principais indicadores urbanos que impactam a resiliência local. Esse diagnóstico visual pode servir como ferramenta estratégica para gestores na formulação de políticas públicas, apoiando a tomada de decisão fundamentada em fatores urbanos georreferenciados de fácil identificação, orientando ações de prevenção e mitigação de desastres naturais no território.

A metodologia proposta ofereceu um instrumento de fácil replicação, possibilitando sua atualização periodicamente para incorporar alterações nas dinâmicas urbanas, sociais e ambientais ocorridas ao longo do tempo. Idealmente, sugere-se sua aplicação no início de cada gestão municipal, permitindo organizar e planejar as ações a serem executadas ao longo dos próximos quatro anos. A atualização contínua é crucial para assegurar que as políticas públicas e os planos de ação permaneçam alinhados com a realidade territorial, permitindo uma gestão adaptativa que responda de forma coerente e eficaz durante a ocorrência de desastres.

Por fim, a aplicação do índice e do mapa de resiliência no estudo de caso permitiu identificar fatores relevantes para a compreensão do desenvolvimento urbano, oferecendo subsídios metodológicos que poderão ser considerados e aprofundados em pesquisas futuras. Devido à lacuna acadêmica identificada sobre o tema, esta pesquisa inseriu-se, primeiramente, no propósito de direcionar estudos e debates acerca da vulnerabilidade urbana em áreas de expansão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Desastres naturais como agenda política

A curiosidade humana sobre a compreensão de desastres naturais, ao longo da história, é manifestada na variedade de rituais e lendas que buscam explicar a origem desses eventos. A complexidade e imprevisibilidade de um fenômeno capaz de desestabilizar e desorganizar uma sociedade rapidamente fez com que historicamente fosse frequentemente associado à ira de deuses. Tal fascínio histórico de controle de fenômenos da natureza reflete um desequilíbrio entre sua relação com a humanidade, o que evidencia uma busca recorrente por dominação intensificada nos tempos pós-modernos por meio do desenvolvimento tecnológico.

Diante das múltiplas crises socioambientais atualmente presentes na sociedade, a agenda do desenvolvimento sustentável emerge como uma resposta fundamental para a prosperidade da espécie humana. As cidades refletem os parâmetros de funcionamento de uma sociedade, servindo como centros de organização e comunicação entre as dimensões espaciais, culturais, sociais, econômicas e ambientais de seu sistema. A omissão de ideologias sustentáveis no processo de urbanização propaga a vulnerabilidade a desastres naturais, uma vez que o modelo urbano dominante tende a reproduzir desigualdades sociais diretamente associadas a menor capacidade de adaptação e respostas das populações expostas, comprometendo sua resiliência frente aos riscos (Stangherlin; Ferraresi, 2021). Logo, países subdesenvolvidos devem adotar dentro de suas políticas de sustentabilidade ações de desenvolvimento socioeconômico. De acordo com o Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres (UNDRR), um desastre é:

Uma perturbação grave do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a um ou mais dos seguintes: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais (UNDRR, 2022).

Essa definição enfatiza a relação dos impactos resultantes de desastres a condições de exposição e vulnerabilidade. Nesse contexto, observa-se um consenso estabelecido entre as nações, reforçado pela definição de desastres da ONU, que os desastres são um resultado emergente multidimensional que reflete as fraquezas do espaço físico que atingem, sendo intensificado por desigualdades sociais e despreparo urbano (UNDRR, 2022). Entretanto, ainda que esse entendimento tenha sido incorporado em acordos multilaterais e fóruns internacionais,

o papel da justiça social permanece enfraquecido, evidenciado pelo descarte da ecologia redistributiva das agendas oficiais.

Deixou-se de um lado o ecologismo redistributivo dos anos 70, por exemplo o de Barry Commoner e o de Georgescu-Roegen, que na conferência de Estocolmo de 1972, propôs que se instaura, por um determinado período, a liberdade de imigração sem restrição no mundo, o que sem margem de dúvidas, levaria a concentrar os esforços mentais e políticos para se chegar a uma maior igualdade entre os países ricos e pobres (Alier, 2002, p.10).

Para compreender o risco associado a desastres, é necessário reconhecer a presença de uma ecologia de existência que se manifesta especialmente pela necessidade de preservação dos recursos naturais como parte estrutural da economia moral presente em comunidades tradicionais (Alier, 2002). Assim, embora a conscientização ecológica ligada ao consumo seja recente, a compreensão da preservação do ambiente não se configura como um tema novo, estando enraizada em saberes e práticas ancestrais que orientam modos de vida sustentáveis. Essa compreensão está alinhada com as perspectivas do neonarodismo, que valoriza as práticas comunitárias e a resistência cultural dessas populações como formas legítimas de existência e defesa dos territórios diante das dinâmicas excludentes do capitalismo global.

Mesmo assim, embora a responsabilidade das crises ambientais atuais não deva ser generalizada, os impactos de um desastre tendem a recair de forma desigual sobre as populações mais vulneráveis, manifestando-se tanto de maneira direta quanto indireta. Os afetados diretos, aqueles que lidam com impactos imediatos na ocorrência de desastres, sofrem com efeitos em sua saúde e evacuação ou danos diretos nos seus meios de subsistência; esses impactos podem ser mensurados e receberem assistências. Por outro lado, os afetados indiretos lidam com consequências que se manifestam principalmente em médio e longo prazos, relacionadas principalmente a mudanças ligadas a perturbações econômicas e consequências na infraestrutura de serviços básicos que atualmente são incapazes de serem mensuradas (Secretary-General, 2016).

Dessa forma, para a implementação de uma gestão de desastres naturais efetiva, é fundamental que haja políticas públicas urbanas direcionadas à mitigação e redução de vulnerabilidades socioeconômicas, posto que desempenham um papel catalisador do fortalecimento da resiliência individual e social. Apesar disso, segundo Almeida (2015), as estratégias de gerenciamento de risco de desastres naturais do Brasil são historicamente desenvolvidas, enfatizando a adoção de medidas de reação e recuperação, e ignorando as demais dimensões emergentes de um desastre. Diante de uma perspectiva mundial de aumento

na ocorrência e intensidade de desastres socionaturais, tal despreparo político prévio demonstra a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias de mitigação para a implementação de um planejamento preventivo que dialogue com as desigualdades estruturais presentes no território.

Visto que as políticas de mitigação são implementadas predominantemente no cenário urbano, espaço onde os desastres naturais se manifestam, torna-se fundamental compreender que a dinâmica de poderes está por trás do crescimento urbano desordenado, apontado como principal causa da degradação ambiental. Rolnik (2001) defende que o foco na desordem urbana serve para ocultar o impacto do processo desigual de produção do espaço que é central para a insustentabilidade ambiental das cidades. A ocupação de áreas de risco vem como consequência do impacto da especulação imobiliária nos espaços urbanizados que eleva o valor do solo em regiões ambientalmente mais apropriadas, impulsionando a ocupação, muitas vezes de forma ilegal, de territórios vulneráveis. “Assim, ao considerarmos o processo de produção do espaço urbano brasileiro, seria a ordem urbana vigente - e não a desordem - que tem dificultado a implantação do projeto de sustentabilidade socioambiental” (Freitas, 2017, p.19).

Mesmo assim, embora a exclusão e responsabilidade do papel do Estado na democratização da ocupação do espaço, influenciada pela lógica do mercado, evidenciem falhas no processo tradicional de planejamento urbano, isso não invalida o papel essencial que o Estado desempenha na construção de cidades mais justas. Essa realidade reforça que a atual problemática ambiental urbana é, antes de tudo, uma questão política relacionada ao acesso ao espaço. A definição dos padrões de urbanização torna-se elemento central para a mitigação e preparação de cidades diante dos impactos ocasionados pelas mudanças climáticas.

Nesse contexto, é importante compreender como foi desenvolvida a agenda política de gestão de desastres naturais em escala global. Inicialmente, as ações de gestão de desastres naturais globais eram predominantemente reativas. A partir da década de 1970, o aumento na ocorrência dos desastres impulsionou estudos com uma abordagem mais proativa e sistemática, resultando no surgimento de centros de pesquisas especializados. Dentre os desafios iniciais a serem superados, a ausência de dados globais do registro de ocorrências padronizado recebia destaque, visto que, para ter um conhecimento do risco de forma mais compreensiva, são necessários dados sistematizados monitorando e evidenciando alterações ocorridas (CRED, 2025).

Desde 1984, passa a ser desenvolvida a EM-DAT, uma base de dados global com informações registradas e padronizadas sobre desastres naturais e antropogênicos. Os dados

provenientes eram originados de diversas fontes selecionadas, e a agregação de dados provenientes era originada de diversas fontes, como agências das Nações Unidas, organizações não governamentais e meios de comunicação. A partir de 1988, a gestão da EM-DAT é realizada pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED), que faz parte do *Institute Health and Society* (IRSS). Para uma melhor análise do contexto de desastres globais nesta pesquisa, foram adotados exclusivamente os dados presentes na EM-DAT por ser considerada uma base de dados confiável e amplamente reconhecida por sua padronização e abrangência na coleta de informações (CRED, 2025).

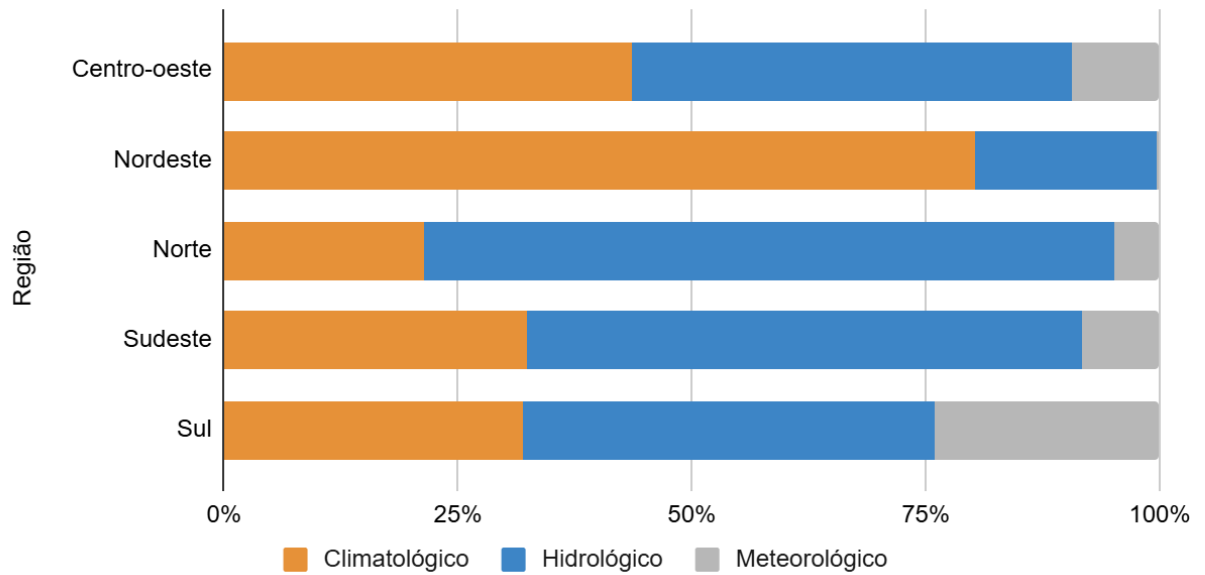
A caracterização dos desastres naturais no Brasil utiliza como base de dados o Atlas Digital de Desastres no Brasil, o qual, desde 1991, registra de forma padronizada a ocorrência de desastres naturais. A identificação de possíveis elementos que atuaram como impulsores da agenda formal da gestão de desastres naturais no Brasil é feita a partir de uma leitura espacial e temporal dos registros de desastres naturais no Brasil entre 1991 e 2024, analisando dados referentes a tipologia de desastre, região de ocorrência, danos humanos, danos materiais, prejuízos públicos e prejuízos privados (Brasil, 2024b).

## **2.2 Desastres naturais no Brasil**

Os desastres de origem natural no Brasil são divididos em 5 categorias: geológico, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico (Brasil, 1999). Contudo, na realidade brasileira, os movimentos de massa são consequentes do excesso de chuvas, sendo classificados como geológicos. Esta pesquisa abordou apenas as classificações de desastres apropriadas para o cenário local, sendo estes:

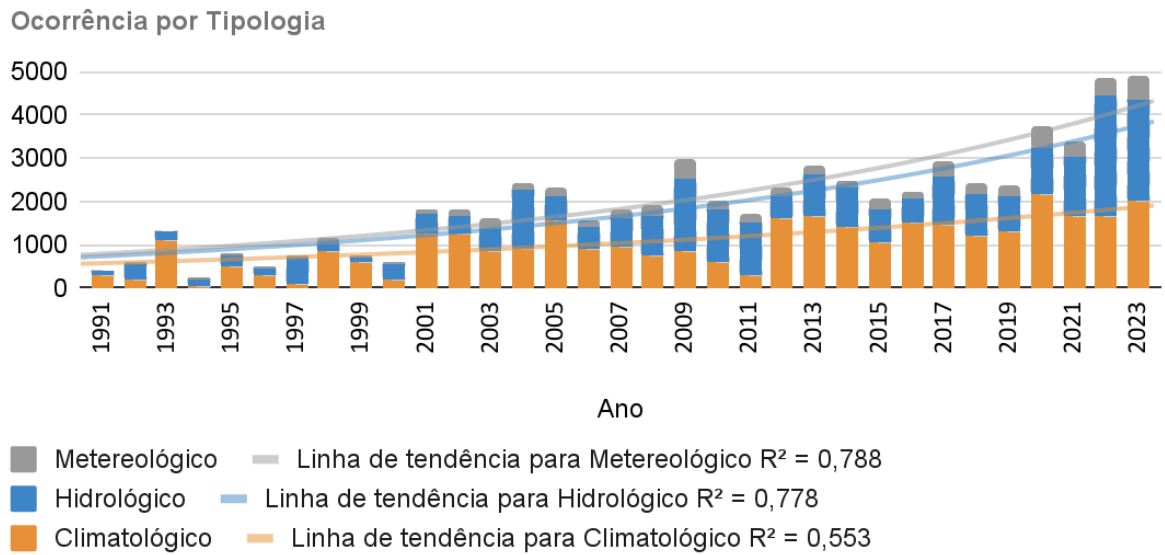
- Desastres hidrológicos: eventos consequentes do excesso de chuvas, tais como: alagamentos, movimentos de massa e inundações;
- Desastres climatológicos: eventos desencadeados por temperaturas extremas ou ausência de chuva, como a seca, ondas de calor/frio e incêndios;
- Desastres meteorológicos: eventos atmosféricos, como vendavais e granizo.

Figura 1 – Ocorrência de tipologia de desastres no Brasil, por região, entre 1991-2023



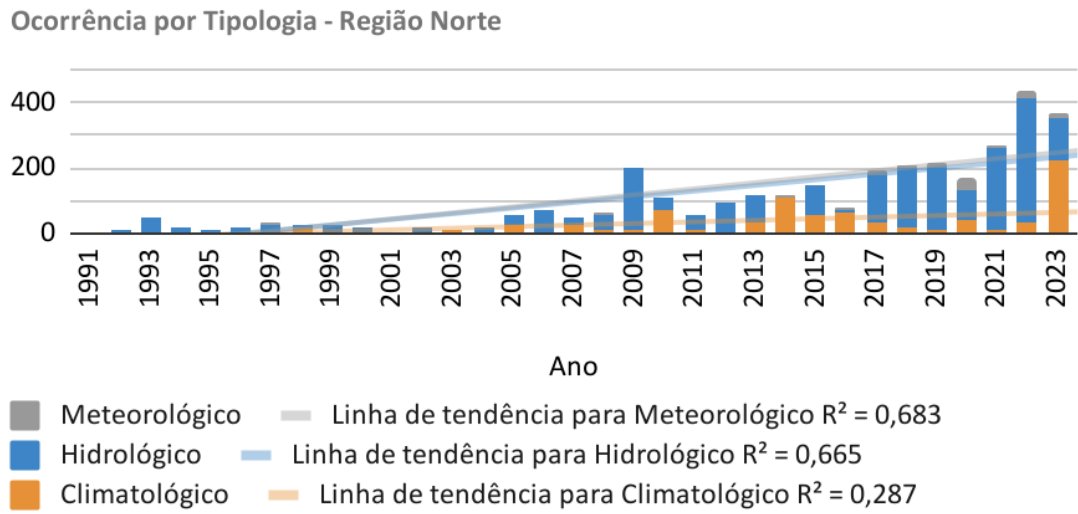
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 2 – Quantidade de desastres naturais registrados no Brasil por tipologia



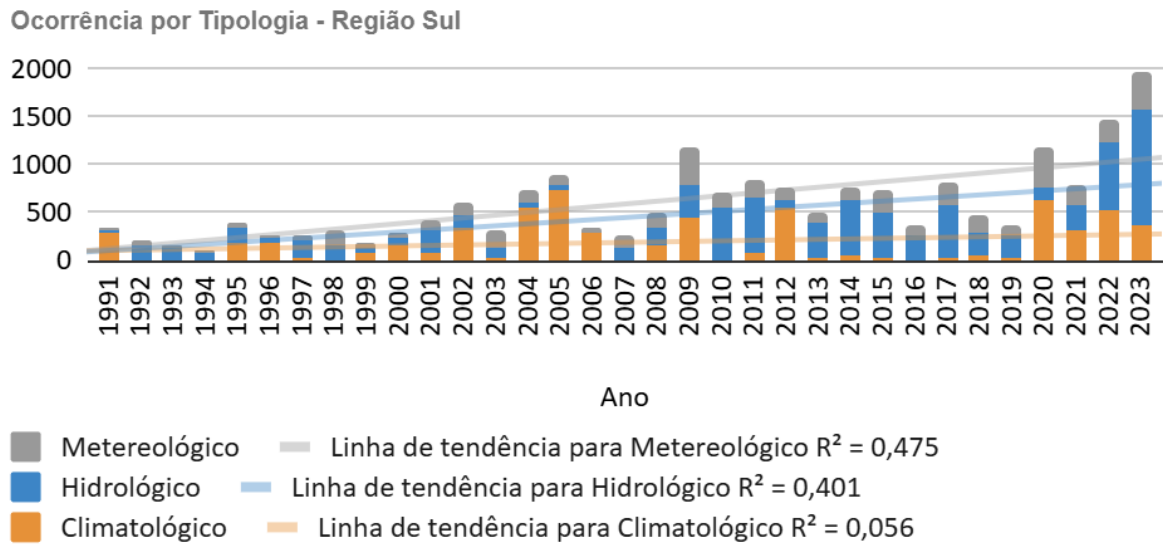
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 3 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Norte por tipologia



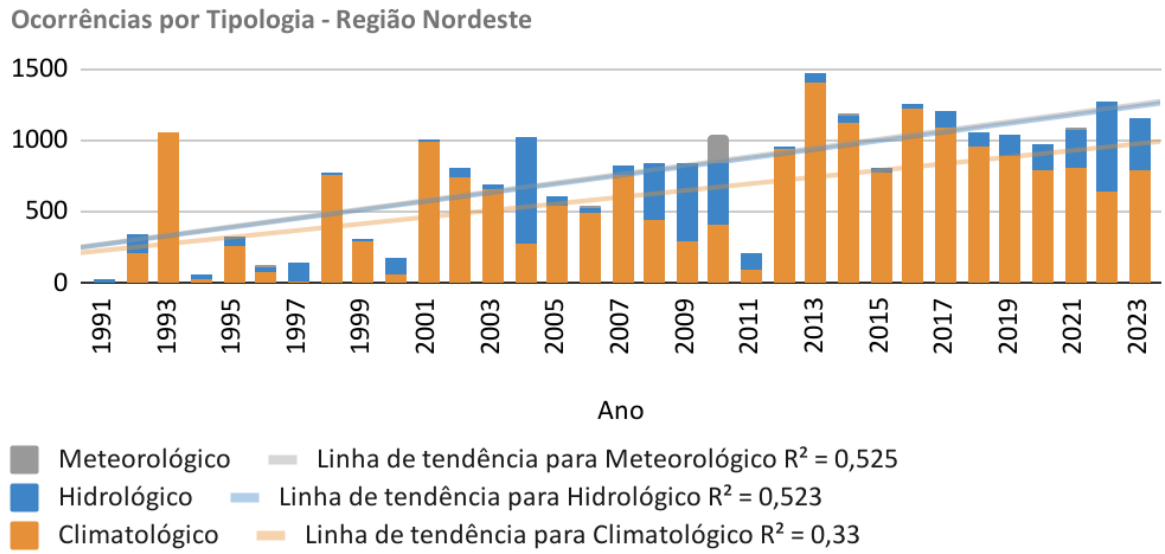
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 4 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Sul por tipologia



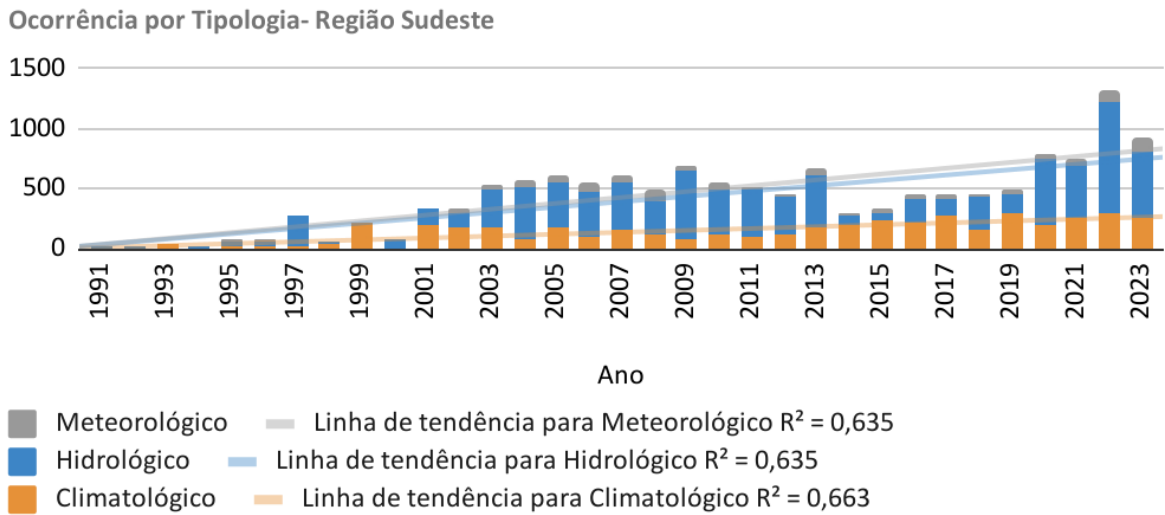
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 5 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Nordeste por tipologia



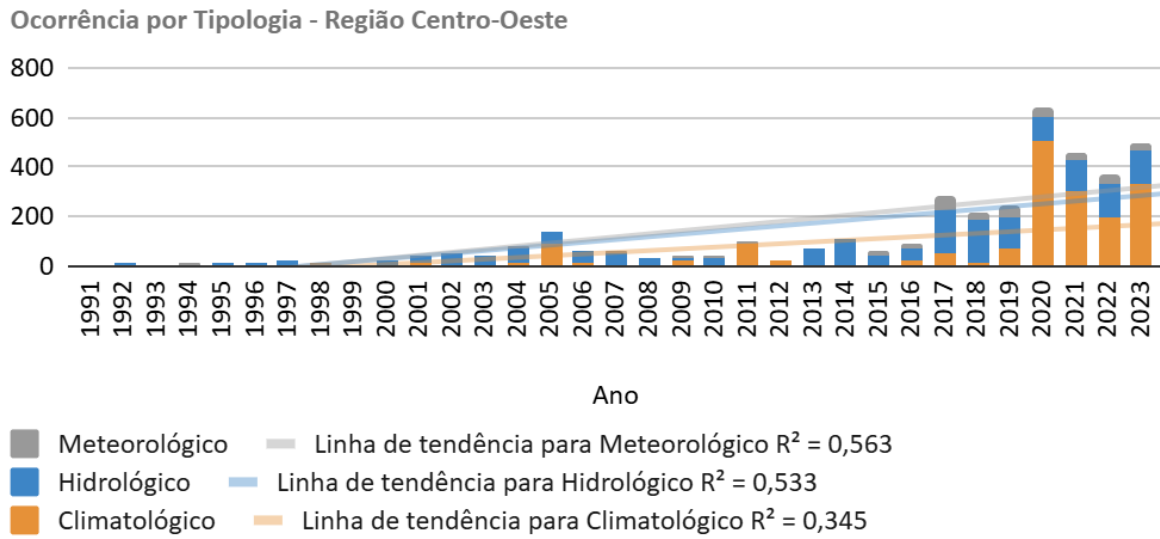
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 6 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Sudeste por tipologia



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 7 – Quantidade de desastres naturais registrados na região Centro-Oeste por tipologia



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

As Figuras 2 a 8 apresentam a porcentagem de ocorrência de desastres no Brasil por região, entre 1991 e 2023, e a quantidade de desastres naturais registrados por tipologia. Pode-se observar uma predominância na presença de desastres, no território nacional, climáticos e hidrológicos, destacando os climatológicos como os mais recorrentes na região Nordeste; os hidrológicos, na região Norte.

Ao comparar as linhas de tendência que ilustram a variação exponencial de cada tipologia de desastres, é possível destacar desastres meteorológicos e hidrológicos, os quais apresentam uma maior variação exponencial, mesmo os meteorológicos tendo menor relevância em quantidade de ocorrências.

Ao analisar a concentração de desastres naturais anuais por região e tipologia, presente na Tabela 1, percebeu-se que, entre 1991 e 2023, as regiões Nordeste, Sul e Sudeste foram as mais afetadas. O Nordeste apareceu como a região mais afetada em 19 dos 33 anos analisados, e o Sul apareceu como a região mais afetada em 12 dos 33 anos analisados.

No Nordeste, a frequência evidencia a recorrência de desastres climatológicos, especialmente a seca, fenômeno que historicamente afeta a região. Mesmo assim, as demais tipologias apresentaram uma maior ocorrência. Desde a Constituição de 1988, a seca recebe destaque como prioridade na gestão de desastres naturais, promovendo a criação de programas específicos voltados para o monitoramento dela. As demais legislações antecedentes que abordaram desastres naturais também atribuíram um destaque para a seca.

Tabela 1 – Tipologia de desastre mais recorrente por ano, região mais afetada e tipologia de desastres mais recorrente na região

<b>Ano</b>	<b>Tipologia mais recorrente</b>	<b>% da tipologia</b>	<b>Região com mais ocorrências</b>	<b>Tipologia mais recorrente na região</b>
1991	Climatológico	73,95%	Sul	Climatológico
1992	Hidrológico	57,12%	Nordeste	Climatológico
1993	Climatológico	83,38%	Nordeste	Climatológico
1994	Hidrológico	64,50%	Sul	Hidrológico
1995	Climatológico	58,44%	Sul	Climatológico
1996	Climatológico	56,33%	Sul	Climatológico
1997	Hidrológico	82,22%	Sudeste	Hidrológico
1998	Climatológico	71,22%	Nordeste	Climatológico
1999	Climatológico	79,22%	Nordeste	Climatológico
2000	Hidrológico	53,11%	Sul	Climatológico
2001	Climatológico	69,41%	Nordeste	Climatológico
2002	Climatológico	68,61%	Nordeste	Climatológico
2003	Climatológico	53,80%	Nordeste	Climatológico
2004	Hidrológico	55,16%	Nordeste	Hidrológico
2005	Climatológico	68,28%	Sul	Climatológico
2006	Climatológico	56,84%	Sudeste	Hidrológico
2007	Climatológico	51,72%	Nordeste	Climatológico
2008	Hidrológico	47,48%	Nordeste	Climatológico
2009	Hidrológico	55,81%	Sul	Climatológico
2010	Hidrológico	56,14%	Sul	Hidrológico
2011	Hidrológico	70,17%	Sul	Hidrológico
2012	Climatológico	69,63%	Nordeste	Climatológico
2013	Climatológico	56,72%	Nordeste	Climatológico
2014	Climatológico	55,81%	Nordeste	Climatológico
2015	Climatológico	50,97%	Nordeste	Climatológico
2016	Climatológico	64,46%	Nordeste	Climatológico

Ano	Tipologia mais recorrente	% da tipologia	Região com mais ocorrências	Tipologia mais recorrente na região
2017	Climatológico	47,39%	Nordeste	Climatológico
2018	Climatológico	46,80%	Nordeste	Climatológico
2019	Climatológico	50,95%	Nordeste	Climatológico
2020	Climatológico	55,54%	Sul	Climatológico
2021	Climatológico	47,50%	Nordeste	Climatológico
2022	Hidrológico	55,33%	Sul	Hidrológico
2023	Hidrológico	46,16%	Sul	Hidrológico

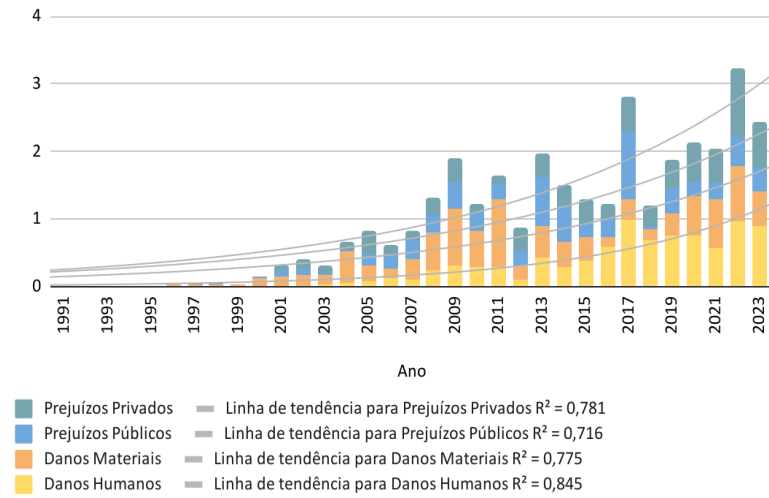
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Para viabilizar a comparação entre os danos e prejuízos por tipologia de desastre, categorias que têm unidades distintas, cada variável foi normalizada individualmente em uma escala de 0 a 1. Essa conversão visualiza os dados como frequência relativa dentro da própria categoria, possibilitando análises proporcionais entre as dimensões de diferentes categorias. Além disso, o Atlas Digital de Desastres no Brasil já realiza a atualização monetária dos valores de prejuízos considerando a inflação, o que contribui para a padronização temporal dos dados econômicos.

Como visto anteriormente, na ocorrência de desastres, só são mensurados os afetados diretos, aqueles que sofrem efeitos sobre sua saúde, que são evacuados ou sofrem danos diretos em seus meios de subsistência. Assim, os demais impactos resultantes, como mudanças ligadas a perturbações econômicas e consequências na infraestrutura de serviços básicos, são atualmente inviabilizados de serem mensurados, impossibilitando o dimensionamento de afetados real por conta dos afetados indiretamente (UNDRR, 2022).

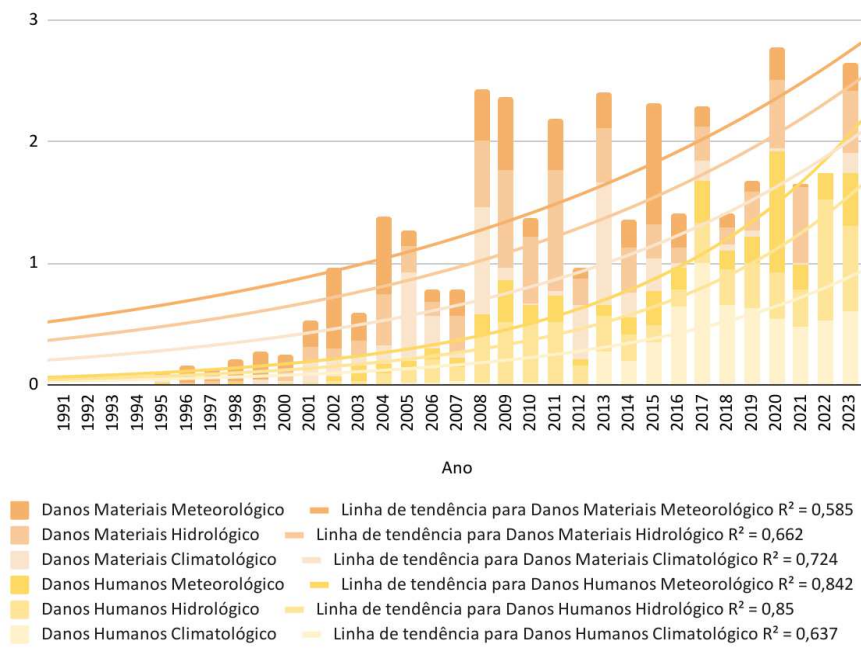
As Figuras 4, 5 e 6 apresentam a quantidade de prejuízos e danos associados a desastres naturais entre 1991 e 2023. Percebeu-se que houve um crescimento frequente na quantidade de danos e prejuízos, com picos significativos em determinados anos, fator que evidencia um aumento na intensidade e no impacto socioeconômico. Os danos humanos apresentaram uma maior variação exponencial no período analisado, sendo que esse aumento expressivo esteve mais presente em desastres hidrológicos e meteorológicos, os mesmos que sofreram uma maior variação na ocorrência.

Figura 8 – Tipologia de danos e prejuízos por ano



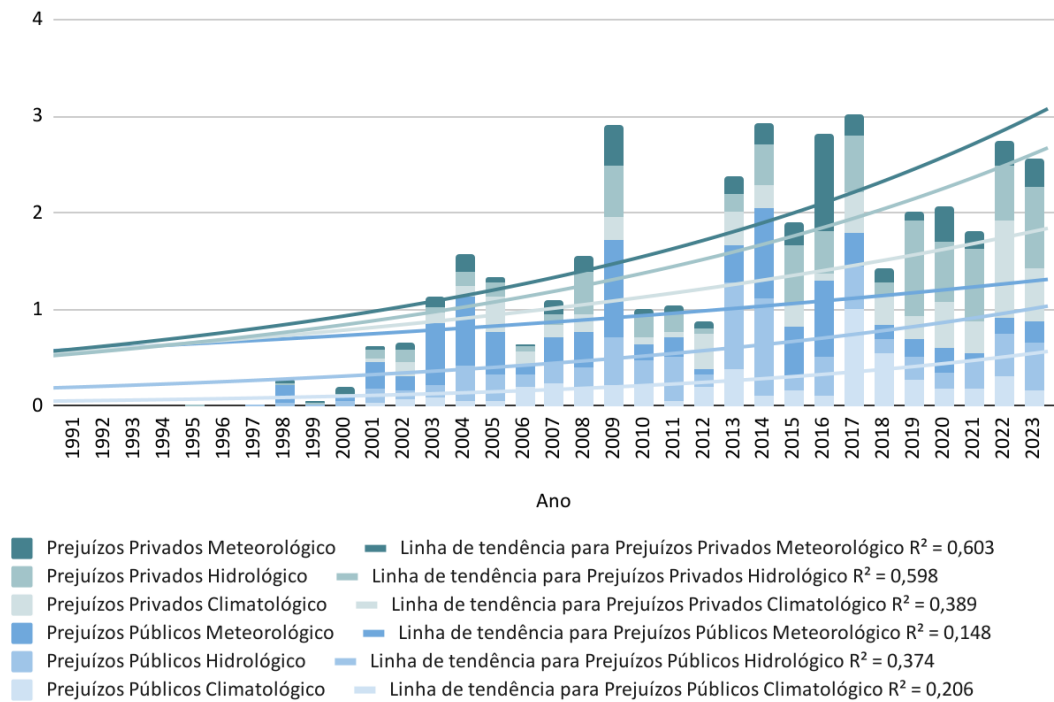
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 9 – Tipologia de danos x Tipologia de desastres por ano



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

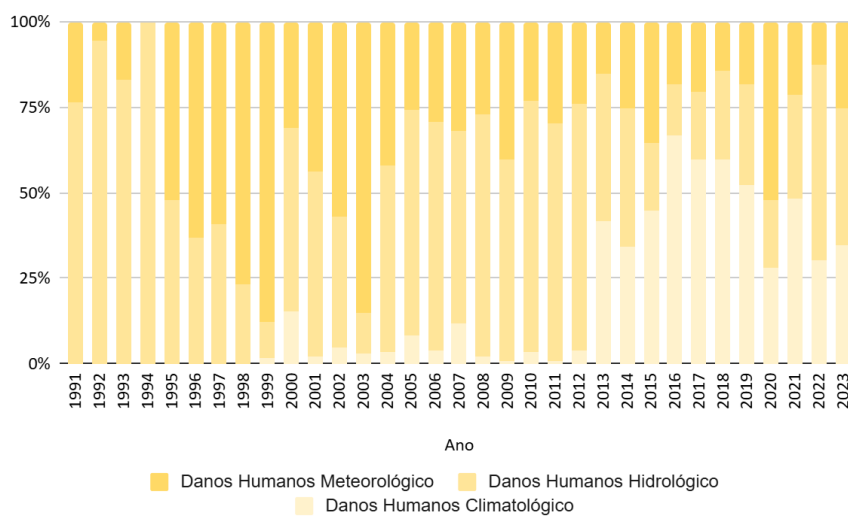
Figura 10 – Tipologia de prejuízos x Tipologia de desastres por ano



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

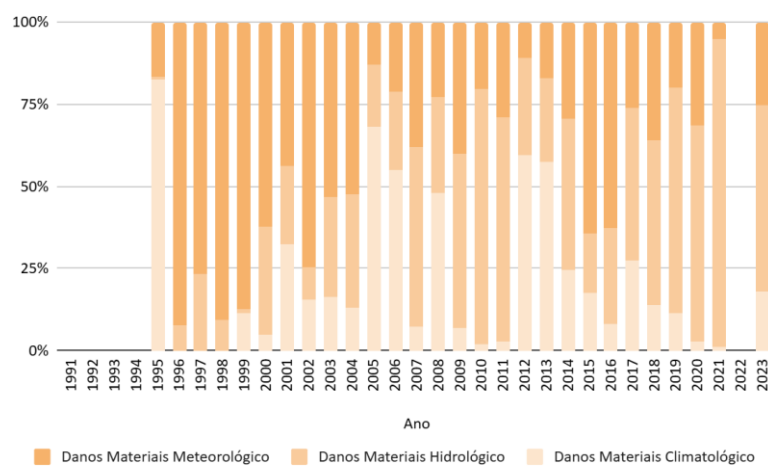
A tipologia de desastres mais frequente no Brasil é a climatológica, com destaque para uma recorrência histórica de eventos ligados à seca. No entanto, seus impactos são predominantemente econômicos e em longo prazo. Em contrapartida, o aumento na ocorrência e intensidade de desastres hidrológicos e meteorológicos, que geram prejuízos em curto prazo e impactos imediatos sobre a população, como morte, feridos e desabrigados, serviu como impulso para uma avaliação da forma como a gestão de desastres tem sido abordada institucionalmente no país, impulsionando o desenvolvimento de uma agenda formal com foco em prevenção e mitigação de desastres.

Figura 11 – Distribuição dos danos humanos causados por cada tipo de desastre



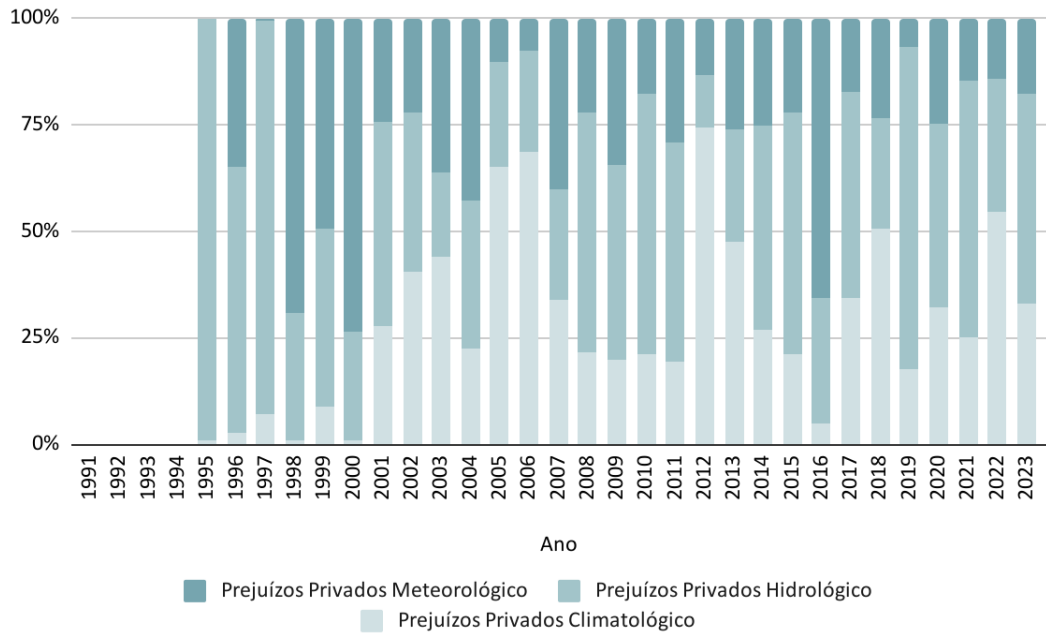
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 12 – Distribuição dos danos materiais causados por cada tipo de desastre



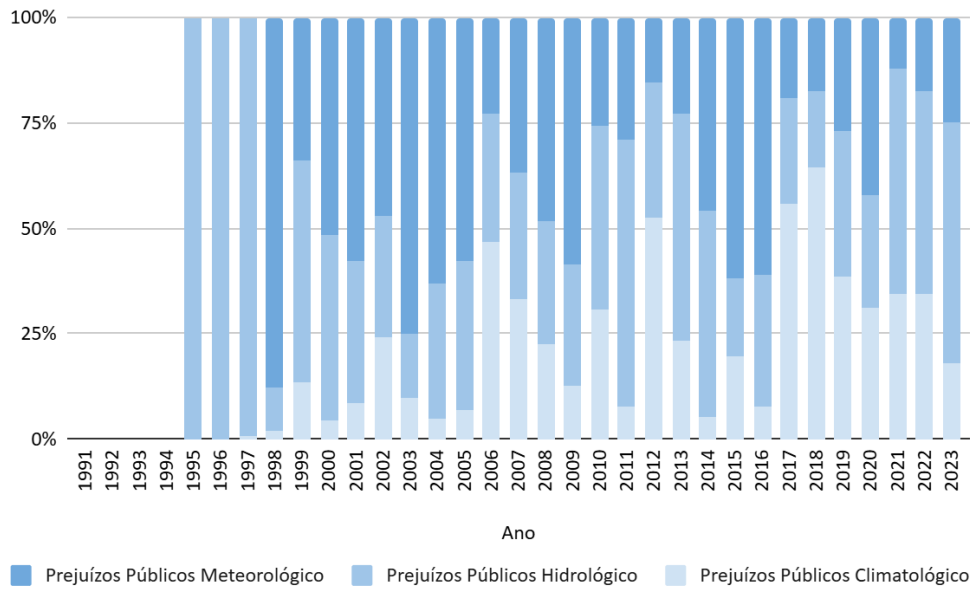
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 13 – Distribuição dos prejuízos privados causados por cada tipo de desastre



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

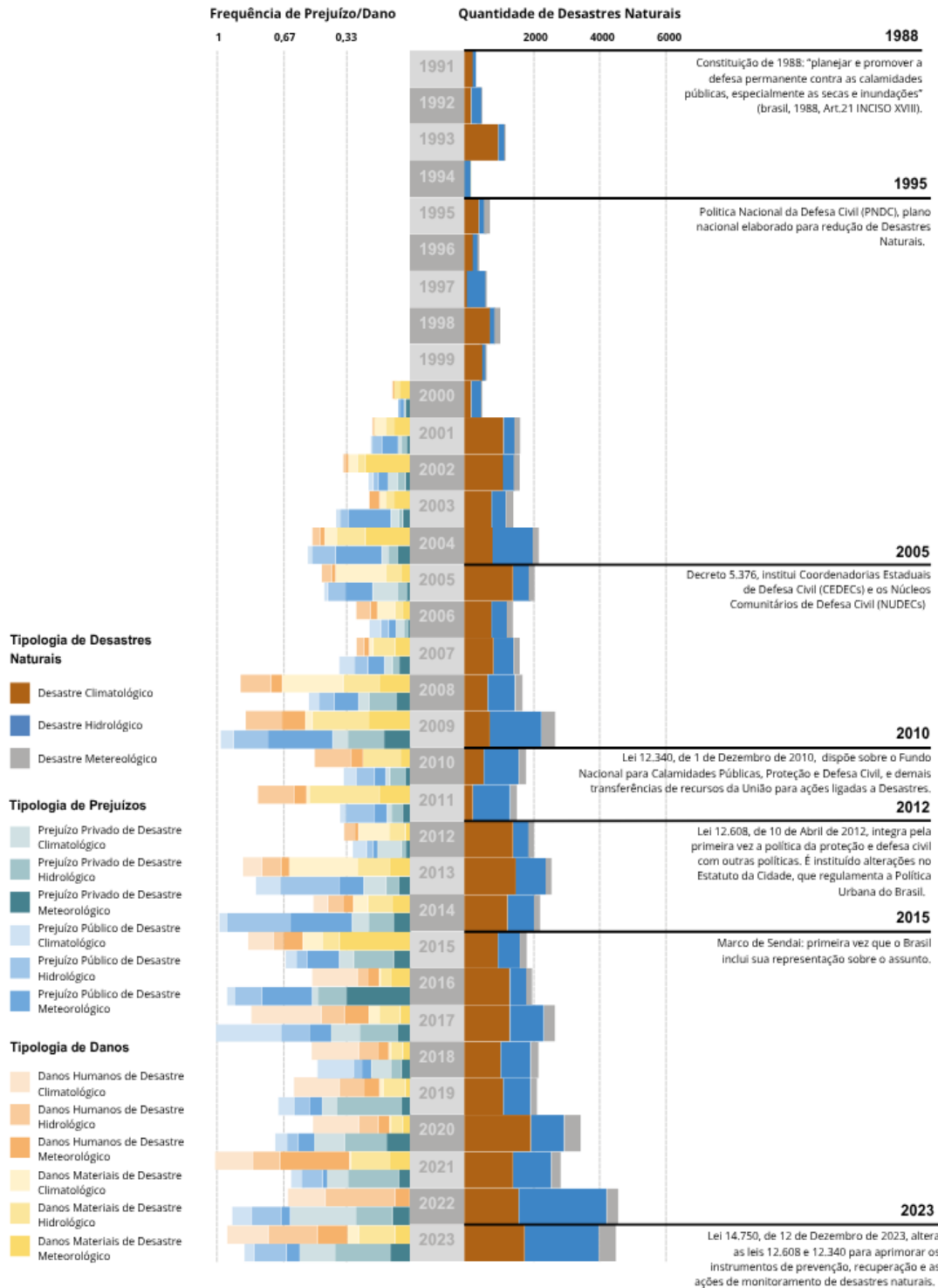
Figura 14 – Distribuição dos prejuízos públicos causados por cada tipo de desastre



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

### 2.3 Agenda política de gestão de desastres naturais no Brasil

Figura 15 – Linha do tempo: frequência de prejuízos/danos por quantidade de desastres naturais por ano no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Por mais que questões ligadas a desastres naturais já estivessem presentes nas legislações prévias, a primeira Defesa Civil organizada no Brasil surgiu em 1966, no estado da Guanabara. Durante o período da ditadura, até 1988, as estratégias relacionadas à gestão de desastres naturais da Defesa Civil eram centralizadas para ações reacionárias, com foco na resposta a eventos e medidas de controle (Furtado et al., 2014).

A primeira Política Nacional de Defesa Civil do Brasil surgiu em 1995, como consequência da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (DIRDN). Segundo Almeida (2015), a DIRDN foi um marco para a entrada da gestão de desastres naturais na agenda política internacional, estabelecida pela Organização das Nações Unidas. As medidas propostas eram majoritariamente recomendações técnico-científicas, sem considerar adequadamente os desafios sociais que os desastres impunham às populações vulneráveis.

No Brasil, a dinâmica populacional resultante do processo de urbanização amplificou a vulnerabilidade, tendo acentuado as possibilidades de desastres (Carmo; Valencia, 2014). Nesse sentido, os desafios socioeconômicos existentes devem ser incorporados às políticas de Defesa Civil, o que torna essas políticas substancialmente distintas das adotadas em países socialmente mais desenvolvidos.

Portanto, uma análise do cenário local, buscando identificar essencialmente os objetivos por trás dos contextos específicos, é fundamental para a avaliação de suscetibilidade da implementação de políticas públicas. Por esse motivo, as estratégias desenvolvidas durante a DIRDN foram insuficientes para o desenvolvimento da Política Nacional de Defesa Civil no Brasil.

Os desastres, assim como as cidades, são socialmente construídos. Os desastres, em sua maioria, são reveladores de quais espaços, econômico e social, estão reservados para os diferentes grupos sociais. E em que medida cada um desses grupos sociais está exposto ao risco de desastres (Carmo; Valencia, 2014, p.1).

O Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) foi o instrumento político desenvolvido após a divulgação da Estratégia Internacional para Redução de Riscos de Desastres (EIRD), que estabeleceu as diretrizes e os objetivos para aumentar a resiliência das nações durante o decênio, adotados pelos Estados-Membros das Nações Unidas. Foram apontados cinco objetivos estratégicos para guiar a tomada de decisão: fazer com que a redução dos riscos de desastres seja uma prioridade, conhecer o risco e tomar medidas, desenvolver uma maior compreensão e conscientização, reduzir o risco e estar preparado e pronto para atuar (EIRD, 2005, p. 3).

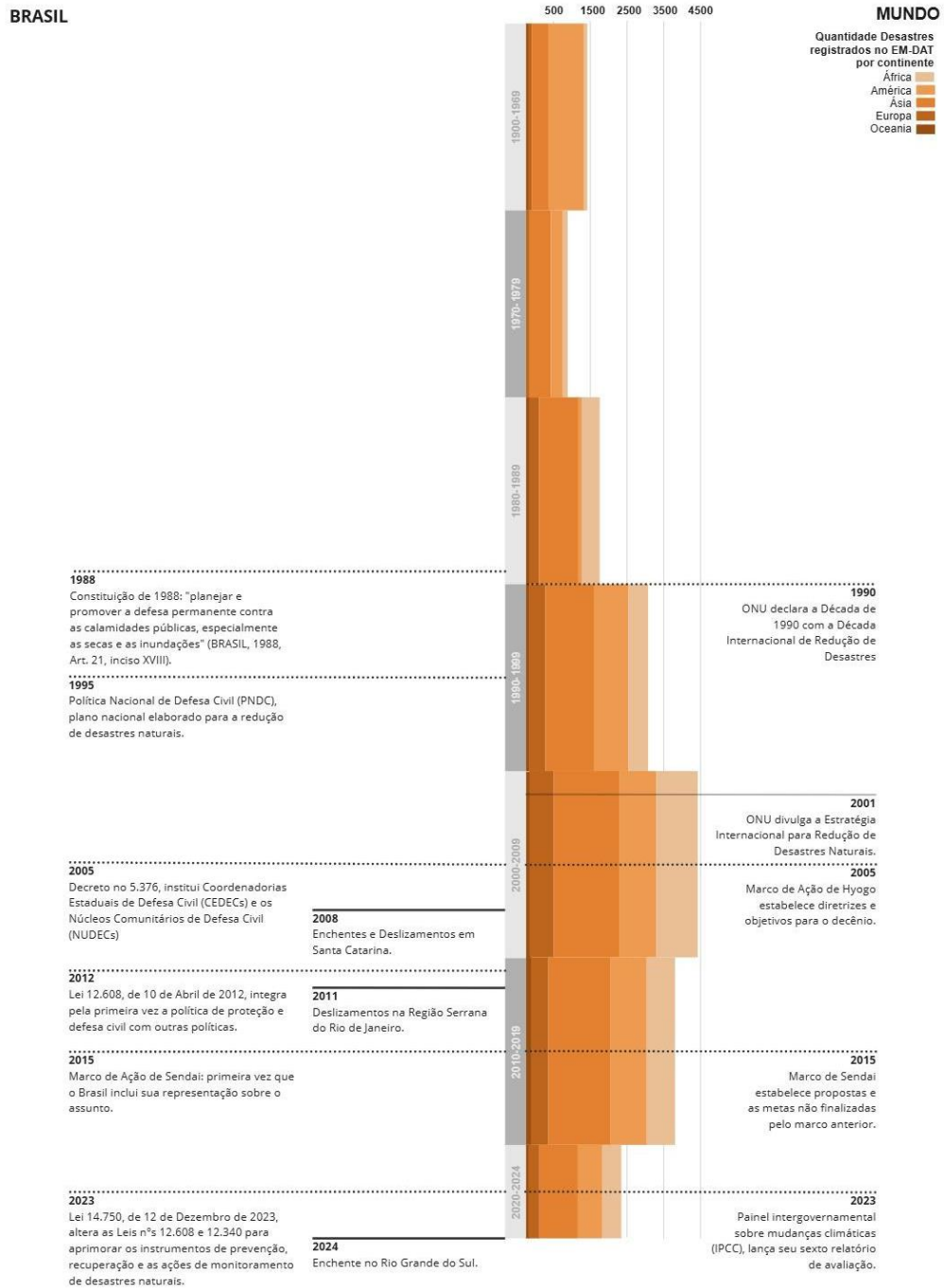
As modificações no aparato institucional-legal da Defesa Civil continuaram durante toda a década de 2000, com a criação do Ministério da Integração Nacional em 2003, que passou a ser encarregado pela Defesa Civil (arranjo mantido atualmente). Mudanças no Sistema Nacional de Defesa Civil processaram-se em 2005 por meio do Decreto nº 5.376, que instituiu as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDECs) e os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs), prevendo a criação de uma série de instrumentos para coleta de informações, sistemas de alerta e atendimento à população (Brasil, 2005a). Desses, apenas o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) foi efetivamente estabelecido, mantendo suas atividades até os dias atuais. Em 2023, no começo do terceiro mandato do presidente Lula, o Ministério do Desenvolvimento Regional foi desmembrado e, conseqüentemente, foi criado o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, responsável pela Defesa Civil atualmente.

O reconhecimento da relevância das políticas urbanas na Defesa Civil ocorreu em 2012, com a sanção da Lei nº 12.608 que trouxe adições significativas ao Estatuto da Cidade<sup>4</sup> (Brasil, 2005b), entregando o planejamento urbano às estratégias de gestão de desastres. A Lei nº 12.608 instituiu a Política Nacional de Proteção à Defesa Civil, pois a pressão social e política resultante dos desastres de 2008 em Santa Catarina e de 2011 na região serrana do Rio de Janeiro foram determinantes para a atualização da Política Nacional de Defesa Civil, evidenciando as fragilidades da política existente (Brasil, 2012).

---

<sup>4</sup>Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta a política urbana na Constituição brasileira.

Figura 16 – Linha do tempo: agenda política de gestão de desastres naturais



Fonte: Elaboração própria, baseada em Brasil (2024b).

Ao comparar o desenvolvimento das políticas públicas internacionais e nacionais, a ocorrência e intensidade dos desastres socionaturais impulsionaram alterações nos seus direcionamentos e a compreensão da complexidade de fatores impactantes. Entretanto, devido

às pressões públicas ocorrerem majoritariamente em momentos pós-desastres, onde a resiliência da sociedade local é testada, pode-se afirmar que a implementação das políticas públicas de gestão de desastres naturais segue majoritariamente uma lógica *top-down*, ou seja, do Estado para o povo. O atraso conceitual presente na agenda política internacional impactou a implementação de políticas mitigadoras, o que contribuiu para o agravamento da emergência no que diz respeito ao preparo perante as mudanças climáticas.

Em 2015, o Brasil foi representado por pesquisadores e outros especialistas de gestão de desastres naturais pela primeira vez no Marco de Ação de Sendai (2015-2025), atual instrumento político internacional em vigor (Almeida, 2015). Devido ao pouco avanço diante dos objetivos do marco anterior, tal marco aborda lições aprendidas, lacunas identificadas e desafios futuros. Dessa forma, o Marco de Hyogo é caracterizado como fundamental para o fornecimento de informações, mas sua aplicação evidenciou uma necessidade de um marco que direcionasse os governos na identificação de riscos e orientação da ampliação da resiliência. Assim, o Marco de Sendai, com o intuito de enfrentar os desafios atuais e preparar para os futuros, prioriza a redução de risco de desastres naturais, o monitoramento, a avaliação e a compreensão do risco de desastres (EIRD, 2015).

Ações mais dedicadas precisam ser centradas no combate a fatores subjacentes de risco de desastres, como, por exemplo, as consequências da pobreza e da desigualdade, mudanças e variabilidade climática, urbanização rápida e não planejada, má gestão do solo e fatores como a mudança demográfica, arranjos institucionais fracos, políticas não informadas sobre riscos, falta de regulamentação e incentivos para o investimento privado na redução do risco de desastres, cadeias de suprimentos complexas, limitada disponibilidade de tecnologia, usos insustentáveis de recursos naturais, ecossistemas em declínio, pandemias e epidemias (EIRD, 2015, p.4).

### **2.3.1 Política Nacional de Proteção à Defesa Civil**

Para Souza (2006), a política pública encontra-se em um campo holístico, sendo objeto de estudo de diversas áreas de conhecimento e tendo uma diversidade de definições. Para analisar e avaliar a forma como a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil é implementada, torna-se essencial adotar uma definição para política pública que se encaixe ao objeto de estudo. Assim, Howlett e Ramesh (1995, p. 7) definem políticas públicas, como:

Políticas públicas são um conjunto de decisões inter-relacionadas, tomadas por um ator ou um grupo político, relacionadas com a seleção de objetivos e os meios para atingi-los dentro de uma situação específica, onde essas decisões devem, em princípio, ser possíveis de serem alcançadas com o poder que esses atores dispõem (Howlett; Ramesh, 1995, p. 7).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil foi instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, como uma política pública regulatória, estabelecendo diretrizes para a atuação e articulação dos entes federativos na prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de desastres naturais (Brasil, 2012).

Levando em consideração que o gerenciamento de desastres naturais envolve ações políticas em diversas dimensões espaciais e temporais, torna-se necessária sua integração com o planejamento urbano. Assim, embora a responsabilidade principal recaia sobre a Defesa Civil, são instituídas na PNPDEC alterações no Estatuto da Cidade obrigando que os Planos Diretores e demais normas municipais de política urbana incluíssem diretrizes de mitigação e prevenção de desastres.

A Constituição Federal prevê o desenvolvimento de um sistema de normas referentes à política urbana, instituído na Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. A Lei nº 10.257 de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta o artigo 182 e 183 da Constituição Federal referente ao desenvolvimento urbano, sendo composto pelas normas constitucionais referentes à política urbana e aos instrumentos políticos que devem ser aplicados pela União, Estados e Municípios (Brasil, 2001, 2005b, 2012, 2025).

Com relação ao Município, a Constituição atribui a competência privativa para legislar sobre assuntos de interesse local, suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, e de promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, parcelamento e da ocupação do solo urbano, de acordo com o artigo 30, incisos I, II e VIII. O Município, com base no artigo 182 e no princípio da preponderância do interesse, é o principal ente federativo responsável em promover a política urbana de modo a ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, de garantir o bem-estar de seus habitantes e de garantir que a propriedade urbana cumpra sua função social, de acordo com os critérios e instrumentos estabelecidos no Plano Diretor, definido constitucionalmente como o instrumento básico da política urbana (Brasil, 2005b).

O Plano Diretor é um instrumento legal para a definição de uma estratégia de intervenção urbana, sendo composto por um conjunto de princípios e regras para orientar quem constrói e utiliza o espaço urbano (Brasil, 2005b). Apesar de serem os instrumentos básicos para a política de desenvolvimento urbano, os Planos Diretores são obrigatórios unicamente para municípios com mais de 20 mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (Brasil, 2001).

A ausência de uma obrigatoriedade legal para o desenvolvimento da política urbana perpetua desigualdades na gestão territorial. Portanto, a restrição de obrigatoriedade legal auxilia na omissão governamental em ações de preparação para desastres naturais em municípios fora do recorte populacional, ignorando suas vulnerabilidades e situações críticas.

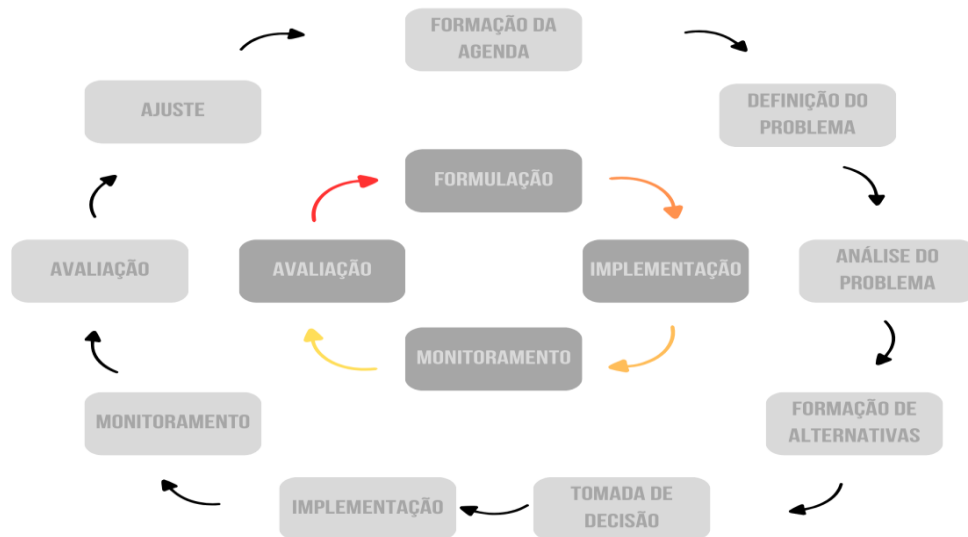
A PNPDEC não estabelece critérios e indicadores para a avaliação do risco. Por mais que exijam indicadores naturais para a identificação de áreas incompatíveis com a construção civil, a complexidade das dinâmicas socioeconômicas influencia a vulnerabilidade local. E por mais que não seja possível estabelecer uma metodologia de avaliação padronizada e amplamente aplicável a todos os contextos, é fundamental desenvolver abordagens flexíveis que considerem as especificidades territoriais para a identificação de influências socioeconômicas no cenário de risco, visto que a gestão de desastres naturais começa por meio de ações de planejamento, capacitação, monitoramento e alerta.

Logo, a ausência de estratégias formais para o desenvolvimento de políticas públicas de mitigação nesses cenários impede que sejam garantidos direitos iguais e justiça ambiental, ampliando a desigualdade social e consequentemente a vulnerabilidade.

A avaliação de risco é o passo inicial para qualquer planejamento relacionado às ações de Redução de Risco de Desastres ou de Gerenciamento de Desastres no município. Por meio dela é possível identificar, mapear e setorizar os principais riscos de um município ou uma região específica (Brasil, 2024a, p. 46).

A agenda formal do desenvolvimento de políticas públicas de gestão de desastres naturais geralmente só se manifesta após o agravamento de eventos extremos que resultam num aumento da pressão popular. Em contrapartida, estudos acadêmicos sobre vulnerabilidade, ao serem usados como impulsores e base para o desenvolvimento prévio de políticas, revelam-se essenciais para antecipar ações preventivas, principalmente em territórios não monitorados.

Figura 17 – Ciclo de políticas públicas



Fonte: Elaboração própria, adaptada de (Antunes, 2006).

Ao analisar o desenvolvimento da PNPDEC, observou-se que os marcos legais que representam avanços significativos para políticas de prevenção foram estabelecidos, em sua maioria, como resposta ao agravamento dos danos humanos e materiais causados por desastres entre os anos 2000 e 2012, por mais que a quantidade geral de desastres não tenha sofrido uma variação tão expressiva. Essa dinâmica evidencia que as respostas emergenciais se mostraram ineficazes diante do aumento da intensidade dos desastres, reforçando a necessidade de uma abordagem preventiva presente em políticas municipais, reforçada pela pressão acadêmica e não dependente da presença da pressão popular.

Diante desse cenário, torna-se evidente que a formulação de políticas públicas eficazes no enfrentamento dos desastres requer uma compreensão aprofundada das condições sociais que moldam as vulnerabilidades específicas e dinâmicas dos seus respectivos territórios. Assim, estratégias de análise multidimensionais surgem como ferramentas essenciais para orientar políticas de mitigação mais equitativas e eficazes. No âmbito municipal, a incorporação de indicadores sociais possibilita visualizar a entropia territorial, favorecendo a construção de estratégias preventivas alinhadas com a realidade local.

## 2.4 Índices sociais de vulnerabilidade a desastres naturais

Meadows (1998) descreve indicadores como “sinais de alerta” que são utilizados para monitorar sistemas complexos. Para a autora, indicadores são naturais e intuitivos de uso comum que evidenciam hipóteses por meio de dados brutos da realidade aplicada, a fim de direcionar adaptações nos sistemas em que estão inseridos. Ainda assim, a natureza holística por trás do comportamento de um sistema reconhece que a compreensão do seu funcionamento não advém unicamente da compreensão das interações de suas partes. Seu comportamento resulta de um processo de interações dinâmicas, impossibilitando uma resolução de problemas focada em uma parte individual.

Nesse sentido, a compreensão e resolução de problemas no meio urbano, especialmente diante da complexidade pós-moderna que conceitualiza cidades, demanda abordagens que integrem múltiplas dimensões simultaneamente, a fim de capturar sua dinamicidade. Para Castells (1999), a sociedade contemporânea reorganiza-se a partir do avanço do capitalismo e da revolução dos meios de comunicação, formando redes de informação moldadas por tensões ligadas à globalização e à identidade.

No espaço urbano, essas redes ganham centralidade na organização das cidades, tornando-as um espaço dinâmico e multifacetado. Portanto, compreender o urbano, assim, exige uma abordagem que vá além da materialidade e alcance a lógica informacional que estrutura o território. Para isso, a utilização de indicadores sociais compostos, que consiste na aglutinação de diversos indicadores simples, surge como uma estratégia de relacionar a heterogeneidade de áreas de estudo e as perspectivas de grupos sociais que constroem e formalizam a cidade.

Um Indicador Social é uma medida em geral quantitativa dotada de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar ou operar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para pesquisa acadêmica) ou programático (para formulação de políticas). É um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo sobre um aspecto da realidade social ou sobre mudanças que estão processando na mesma (Januzzi, 2012, p. 15).

Ressalta-se ainda que “No campo aplicado das políticas públicas, os indicadores sociais são medidas usadas para permitir a operacionalização de um conceito abstrato ou de uma demanda de interesse programático” (Januzzi, 2005, p.138). Dessa forma, os índices sociais de monitoramento específicos, normalmente associados à resiliência comunitária, têm sido amplamente utilizados nos processos de avaliação de risco de desastres naturais, pois buscam compreender quais fatores socioeconômicos influenciam a vulnerabilidade e capacidade de resposta das populações diante de eventos extremos.

A resiliência refere-se à capacidade de um sistema de se manter, recuperar e transformar diante de perturbações externas. Sua mensuração por meio de índices sociais permite identificar desigualdades preexistentes e direcionar estratégias políticas para mitigar os impactos ao ocorrerem calamidades.

Ainda que reconheça sua relevância, o desenvolvimento de índices voltados para avaliação da vulnerabilidade a desastres naturais lida com diversos desafios, principalmente associados à validação dos indicadores e à heterogeneidade de contextos urbanos, fatores que contribuem para a falta de um consenso sobre os parâmetros de análise. A maior parte dos índices é desenvolvida com base em teorias conceituais associadas a estudos de caso, ou seja, os indicadores selecionados têm validação interna (Shiozaki et al., 2024).

Diante disso, os índices selecionados para este trabalho adotam como critério que pelo menos um dos índices-base já tenha sido submetido a processos de validação externa, enquanto os demais índices selecionados devem ter reconhecimento acadêmico comprovado e assemelhar-se ao estudo de caso por escala ou território. Optou-se por esse recorte como forma de mitigar vieses metodológicos, visto que a validação externa dos indicadores geralmente exige a ocorrência de desastres naturais, além de identificar como a vulnerabilidade tem sido abordada em contextos territoriais e políticos semelhantes.

Foram selecionados três índices-base para a presente pesquisa: *Baseline Resilience Indicators for Communities, Enhancing Sustainability and Resilience of Urban Systems* e Índice de Adaptação Urbana. A diversidade de suas metodologias e escalas de aplicação oferece uma visão abrangente sobre os processos de vulnerabilidade urbana. Contudo, antes de adotar qualquer métrica como referência, é necessária uma avaliação crítica das premissas de cada indicador presente e sua relação com o objeto de estudo, assim, procedeu-se à análise individual de cada um dos índices selecionados.

#### **2.4.1 Baseline Resilience Indicators for Communities**

O BRIC, elaborado por Cutter, Burton e Emrich (2010), configura-se como o índice de desastres naturais mais citado entre os anos de 2007 e 2019 (Ferentz; Garcias, 2020). Originado para incentivar a conscientização local frente à resiliência de desastres e servir como uma referência base de discussões acadêmicas e comunitárias, ele utiliza seis dimensões principais para avaliar a resiliência de condados dos Estados Unidos: social, econômica, institucional, infraestrutura e comunitária. É importante ressaltar que a maioria das publicações ligadas à elaboração de indicadores de resiliência de desastres naturais provém dos Estados

Unidos (Ferentz; Garcias, 2020), influenciando diretamente o destaque do BRIC na literatura científica.

Metodologicamente, o BRIC baseia-se no método DROP (Cutter et al., 2008) em que a formulação conceitual de vulnerabilidade e resiliência é fundamentada teoricamente e orientada para validação empírica, focando principalmente em condições antecedentes relacionadas à resiliência. No índice, a resiliência é tratada como um conceito multidimensional, em que todas as categorias têm peso igual para a composição final. Os critérios para a seleção das variáveis foram: ter embasamento teórico da sua relevância para a mensuração da resiliência e facilidade de obtenção de dados consistentes em uma base de dados nacional. Como as variáveis têm escalas e unidades diferentes, a metodologia recorre à normatização do Min-Max (0 a 1) em todas as subcategorias. A pontuação de resiliência por categoria é determinada pela média de suas subcategorias, e a soma das médias equivale ao valor agregado do índice (Cutter; Burton; Emrich, 2010).

Tabela 2 – Variáveis usadas para construir o *Baseline Resilience Indicators*

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Resiliência (+/-)</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Base de dados</b>
<b>Resiliência social</b>				
Nível educacional	% da população acima de 25 anos com Educação Superior ou mais	Negativo	Norris et al. (2008); Morrow (2008)	Censo Nacional
Idade pré-aposentadoria	% da população entre 15 e 65 anos de idade	Positivo	Morrow (2008)	Censo Nacional
Acesso ao transporte	% de domicílios com pelo menos um veículo	Positivo	Tierney (2009)	Censo Nacional
Capacidade de comunicação	% de domicílios com serviço de telefone disponível	Positivo	Colten et al. (2008)	Censo Nacional
Competência em inglês	% da população proficiente em inglês	Positivo	Morrow (2008)	Censo Nacional
Necessidades especiais	% da população sem deficiência sensorial, física ou mental	Positivo	Morrow (2008)	Censo Nacional
Seguro de saúde	% da população com menos de 65 anos com seguro de saúde	Positivo	Heinz Center (2002)	Censo Nacional
<b>Resiliência econômica</b>				
Propriedade de casa	% de unidades habitacionais ocupadas por proprietários	Positivo	Norris et al. (2008); Cutter et al. (2008)	Censo Nacional
Taxa de emprego	% da força de trabalho empregada	Positivo	Tierney et al. (2001)	Censo Nacional
Igualdade de renda raça/etnia	Coefficiente de Gini (invertido)	Positivo	Norris et al. (2008)	Censo Nacional

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Resiliência (+/-)</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Base de dados</b>
Não dependência dos setores primários/turismo	% de funcionários não em agricultura, pesca, silvicultura, indústria extrativa ou turismo	Positivo	Berke e Campanella (2006); Adger (2000)	Censo Nacional
Igualdade de renda de gênero	% da diferença absoluta entre a renda mediana de homens e mulheres dividida pela renda anual (invertida)	Positivo	NRC (2006)	Censo Nacional
Acesso à saúde	Número de médicos por 10.000 habitantes	Positivo	Norris et al. (2008)	Censo Nacional
Tamanho do comércio	Proporção entre estabelecimentos comerciais de grande e pequeno porte	Positivo	Norris et al. (2008)	<i>County Business Patterns</i> (NAICS)
<b>Resiliência institucional</b>				
Mitigação	Média <i>per capita</i> de gastos para projetos de mitigação nos últimos 10 anos	Positivo	Burby et al. (2000); Godshalk (2007)	FEMA.gov
Experiência em ajuda a desastres	% de declarações de desastre	Positivo	Cutter et al. (2008)	FEMA.gov
Mitigação	% da população participante de programas de apoio comunitário a inundações	Positivo	Godshalk (2003)	FEMA.gov
Cobertura de seguro contra inundações	% de unidades habitacionais cobertas pelo Programa Nacional de Seguro Contra Inundações	Positivo	Burby et al. (2000)	bsa.nfipstat.com
Serviços municipais	% de gastos públicos com serviços municipais associados à Defesa Civil	Positivo	Sylves e Búzás (2007)	Dados dos condados
Fragmentação política	% de governos e distritos especiais	Negativo	Norris et al. (2008)	Censo Nacional
Mitigação e conectividade social	% da população em comunidades cobertas por programas do <i>Citizen Corps</i>	Positivo	Godshalk (2003)	46itizen.corps.gov
Mitigação	% de população em comunidades adaptadas a dilúvios	Positivo	Godshalk (2003)	stormready.noaa.gov
<b>Resiliência infraestrutural</b>				
Tipo de habitação	% de unidades habitacionais que não são casas móveis	Positivo	Cutter et al. (2003)	Censo Nacional
Disponibilidade de habitação temporária	% de unidades habitacionais vacantes que estão para alugar	Positivo	Tierney (2009)	
Capacidade de atendimento médico	% de leitos hospitalares <i>per capita</i>	Positivo	Heide e Scalon (2007)	<i>American Hospital Directory</i>
Acesso a rotas de evacuação	Milhas de vias arteriais por área	Positivo	NRC (2006)	GIS derivado do Atlas Nacional
Qualidade da construção do estoque habitacional	% de unidades habitacionais construídas antes de 1970 ou após 1994	Positivo	Mileti (1999)	<i>City and County Databook</i>
Disponibilidade de abrigo temporário	% de hotéis/motéis <i>per capita</i>	Positivo	Tierney (2009)	<i>County Business Patterns</i> (NAICS)

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Resiliência (+/-)</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Base de dados</b>
Potencial de restauração escolar	% de escolas públicas <i>per capita</i>	Positivo	Ronan e Johnston (2005)	Gnis.usgs.gov
<b>Capital comunitário</b>				
Apego ao lugar	% da população não nascida no exterior que veio para os EUA nos últimos 5 anos	Negativo	Morrow (2008)	Censo Nacional
Apego ao lugar	% da população nascida no estado de residência atual	Positivo	Vale e Campanella (2005)	Censo Nacional
Engajamento político	% da população em idade de votar participando da última eleição	Positivo	Morrow (2008)	<i>City and County Databook</i>
Organizações religiosas	% de organizações religiosas por 10.000 habitantes	Positivo	Morrow (2008); Murphy (2007)	<i>County Business Patterns (NAICS)</i>
Organizações cívicas	% de organizações cívicas por 10.000 habitantes	Positivo	Murphy (2007)	<i>County Business Patterns (NAICS)</i>
Inovação	% da população empregada em ocupações ligadas à criatividade	Positivo	Cutter et al. (2008)	<i>USDA Economic Research Service ers.usda.gov</i>

Fonte: Elaboração própria, baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010).

Embora a metodologia proposta pelo BRIC seja de fácil replicação e englobe diferentes dimensões de resiliência, sua aplicação no contexto brasileiro enfrenta desafios, como a escassez de dados sistematizados e a informalidade predominante nos processos de gestão e ocupação territorial. Além disso, o índice considera dimensões construtivas e de desigualdade típicas do cenário norte-americano, expressas em subcategorias ligadas à presença de casas móveis e proficiência do inglês, que são pouco representativas para o Brasil.

Alguns estudos voltados à validação das variáveis do BRIC, por meio de análise de regressão multivariada com base em variáveis de controle ligadas a risco de desastres, apresentam resultados contrastantes. Bakkensen et al. (2017) concluíram que os indicadores do BRIC estavam associados a um aumento significativo de danos patrimoniais e aumento de declarações de desastres. Por outro lado, Kyne e Aldrich (2020) identificaram que o índice contribuiu para uma redução significativa no número de fatalidades e redução de declarações de desastres. Esses resultados contraditórios evidenciam a complexidade envolvida na avaliação da resiliência e sugerem que o desempenho do índice pode variar conforme o recorte analítico, a metodologia adotada e os contextos territoriais em que é aplicado, mesmo com restrições diante da aplicação direta do BRIC ao contexto brasileiro.

Além disso, as variáveis foram originalmente concebidas para uma escala de condados, o que exige uma adaptação escalar para sua aplicação em áreas de expansão urbana. Mesmo assim, a estrutura do índice, relacionada a uma resiliência comunitária

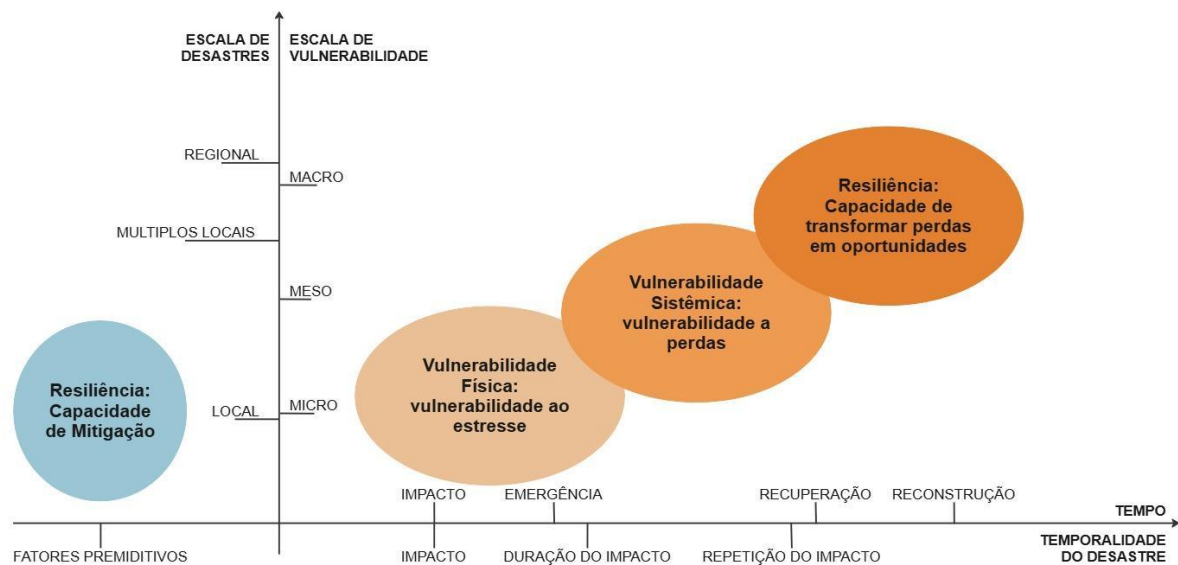
multidimensional mensurada em categorias e subcategorias teoricamente justificadas, oferece um ponto de partida metodológico sólido e de fácil compreensão, sendo adotado como referência para a estruturação do índice desta pesquisa.

Para garantir coerência analítica e adequação à realidade do território de estudo, as variáveis originalmente propostas pelo BRIC serão analisadas, com o intuito de compreender o significado social subjetivo, avaliar sua pertinência ao local aplicado e identificar os elementos construídos do espaço urbano influente. Essa análise permitirá identificar quais variáveis deverão ser mantidas, adaptadas ou excluídas, assegurando que o índice reflita efetivamente as dinâmicas socioespaciais de Icapuí.

#### **2.4.2 Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems**

O Projeto ENSURE foi concebido entre 2008-2011 com o objetivo de estruturar uma ferramenta que identifique falhas presentes em assentamentos de risco de inundações, orientando mudanças para o futuro e evidenciando as políticas e ações necessárias para a redução de vulnerabilidade. Ele constrói uma estrutura integrada de identificação de falhas que provocam danos e perdas em desastres, baseando-se de forma integrada no papel de diversas facetas de vulnerabilidade na determinação de tipo, gravidade e cadeias de falhas. Dentre as particularidades dessa abordagem, destaca-se a definição multifacetada de vulnerabilidade adotada. Considerando a diversidade de abordagens existentes e a inexistência de uma definição única de vulnerabilidade, o projeto a define como a diferença do potencial para a perda, o resultado de exposição, a resiliência e a capacidade adaptativa. A vulnerabilidade é, ainda, concebida como multiescalar e multitemporal, exigindo uma metodologia capaz de integrar simultaneamente as diferentes dimensões envolvidas (Menoni et al., 2012).

Figura 18 – Delimitação teórica de vulnerabilidade no *Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems*



Fonte: Elaboração própria, baseada em Menoni et al. (2012).

A delimitação teórica apresentada na Figura 19 ilustra as particularidades da vulnerabilidade e da resiliência diante da exposição de suas dimensões em uma escala espaço-temporal. A análise da vulnerabilidade varia conforme a escala em que é considerada, sendo, portanto, um conceito relacional e dependente do recorte adotado. Essa delimitação teórica fundamenta a estruturação de quatro matrizes representativas por meio das quais vulnerabilidade e resiliência são analisadas: mitigação, vulnerabilidade física (associada a desastres locais), vulnerabilidade sistêmica (relacionada a desastres em múltiplas localidades) e resiliência (relacionada a desastres regionais). A dimensão temporal da figura representa as fases de ocorrência de um desastre, sendo que cada matriz corresponde aos impactos da vulnerabilidade em uma dessas fases, evidenciando como a progressão de um desastre pode estar associada à ausência de mitigação e à presença de vulnerabilidades em escalas menores. Como resultado dessa delimitação teórica, originam-se os parâmetros de análise do ENSURE, ilustrados na Tabela 3, que utilizam cada matriz como um sistema pertencente a diversos componentes e que originam aspectos diversos de vulnerabilidade (Menoni et al., 2012).

Tabela 3 – Variáveis presentes no método *Enhancing Sustainability and Resilience of Urban systems*

Componente	Matriz	Aspecto	Parâmetro	Critério de avaliação	Categorias ou valores
<b>Ambiente natural</b>					
Riscos naturais	Mitigação	Monitoramento	Existência de rede de monitoramento	Binário	Sim/Não
			Qualidade e cobertura de rede de monitoramento	Julgamento de especialistas	Alto/médio/baixo; densidade
			Presença de radar e tipo	Binário	Sim/Não
			Tipo de radar	Qualidade	Tipo de radar ( <i>doppler</i> , banda C/X)
		Sistema de alerta	Existência de sistema de previsão meteorológica	Binário	Sim/Não
			Tipologia do sistema de previsão meteorológica	Determinista/ Probabilístico	Determinista/ Probabilístico
			Qualidade do sistema de previsão meteorológica	Julgamento de especialistas; índice de performance	Alto/médio/baixo; valor do índice
			Existência de sistema de previsão hidrológica	Binário	Sim/Não
			Tipologia do sistema de previsão hidrológica	Tipo; qualidade	Hidráulico/ Hidrológico; Determinístico/ Probabilístico
			Qualidade do sistema de previsão hidrológica	Julgamento de especialistas; índice de performance	Alto/médio/baixo; valor do índice
		Integração dos sistemas de alerta	Tempo de antecedência do alerta	Classificação	Classificação: muito curto (<30 min.), curto (30-180 min.), médio (181 min.–12h), longo (>12h)
			Integração dos sistemas de previsão meteorológica e hidrológica	Binário, tempo de alerta adicional	Binário, tempo de alerta adicional
			Inclusão de radares climáticos	Binário	Sim/Não
			Conexão entre sistemas de previsão hidrológica com modelos de inundação	Binário	Sim/Não
			Qualidade da informação gerada por modelos de inundação	Nível	Básico (profundidade da água), médio (profundidade da água e velocidade) e alto (parâmetros adicionais, como contaminação e duração)
<b>Ambiente construído</b>					
Exposição e vulnerabilidade	Vulnerabilidade física	Fatores construtivos	Tipologia estrutural	Material	Madeira, tijolo, concreto

Componente	Matriz	Aspecto	Parâmetro	Critério de avaliação	Categorias ou valores	
do ambiente construído		influentes para vulnerabilidade	Número de andares	Número de andares	Número de andares	
			Nível do térreo em relação ao esperado da inundação	Nível	Abaixo do nível/ mesmo nível/acima do nível	
			Existência de subsolo	Binário	Sim/Não	
			Propriedades em áreas de risco de inundação	Número de propriedades, tipo de propriedades	Número de propriedades, tipo de propriedades	
			Resistência e resiliência estrutural	Qualitativo	Baixo/médio/alto	
			Espaços designados para acampamento em áreas próximas	Limite ocupacional	Limite ocupacional	
			Vulnerabilidade do acesso a edifícios públicos	Qualitativo	Baixo/médio/alto	
			Vulnerabilidade da malha urbana	Posição e padrão de vias, edifícios e áreas abertas	Permite evacuação rápida ou fluxo de sedimentos impacta as edificações	
			Patrimônio	Edificações e áreas urbanas	Presença em áreas de risco	
	Sítios arqueológicos	Posição e defesas	Presença em áreas de risco			
	Sistêmica	Fatores influentes para a vulnerabilidade de equipamentos públicos (hospitais, brigadas de incêndio etc.)	Existência de equipamentos públicos	Sim/Não; capacidade funcional do equipamento	Potencial funcional de acesso ao equipamento	
			Variedade de serviços de equipamentos públicos	Importância do equipamento público para áreas atingidas	Relevância do equipamento municipal/ estadual/nacional	
		Acessibilidade a equipamentos públicos	Qualidade do acesso	Número de vias em serviço dos assentamentos; tipo de via, formato e largura	Baixo (poucas e estreitas); médio/alto (muitas/largas)	
			Tempo de viagem	Tempo de viagem	Tempo de viagem	
			Uso das vias	Individual/ Estabilidade do veículo	Baixo/médio/alto	
		<b>Infraestrutura</b>				
	Infraestrutura crítica	Vulnerabilidade física	Fatores críticos de infraestruturas essenciais	Unidade de tratamento de água potável	Distância e posição em relação a inundações esperadas	Área com risco crítico de inundação ou não
				Manutenção frequente da unidade de tratamento de água potável	Binário	Sim/Não

Componente	Matriz	Aspecto	Parâmetro	Critério de avaliação	Categorias ou valores	
			Existência de providências emergenciais para proteger de inundações na unidade de tratamento de água potável	Binário	Sim/Não	
			Existência de medidas emergenciais para impedir acidentes tecnológicos desencadeados por desastres na unidade de tratamento de água potável	Binário	Sim/Não	
			Usina de energia elétrica	Distância e posição em relação a inundações esperadas	Área com risco crítico de inundação ou não	
			Manutenção frequente da usina de energia elétrica	Binário	Sim/Não	
			Existência de providências emergenciais para proteger de inundações na usina de energia elétrica	Binário	Sim/Não	
			Existência de medidas emergenciais para impedir acidentes tecnológicos desencadeados por desastres na usina de energia elétrica	Binário	Sim/Não	
	Sistêmica	Fatores influentes para parar o funcionamento de infraestruturas essenciais	Grau de interdependência entre estruturas interdependentes	Nível de redundância; binário	Alta redundância; existência de dispositivos de emergência; existência de automatização	
	Resiliência	Ferramentas de recuperação rápida de infraestruturas essenciais e com baixo custo	Existência de protocolos para proceder o reparo necessário de intervenções de infraestrutura essenciais	Grau; número de diferentes <i>stakeholders</i> para coordenar o reparo	Sim/Parcialmente/Não; Protocolo entre as empresas ou coordenados pelas autoridades/acordos limitados	
			Existência de fundos para rápido reparo	Binário	Sim/Não	
	<b>Rede de produção</b>					
	Rede de produção	Vulnerabilidade física	Vulnerabilidade da rede de produção	Proximidade da zona de risco	Distância e posição em relação a inundações esperadas	Distância em metros; presença de muros ou barreiras
				Presença de barreiras provisórias para proteção da estrutura das inundações	Binário	Sim/Não
Acidentes tecnológicos desencadeados por desastres são considerados em medidas emergenciais				Binário	Sim/Não	

Componente	Matriz	Aspecto	Parâmetro	Critério de avaliação	Categorias ou valores
			Presença de barreiras provisórias para proteção de materiais estocados e maquinários das inundações	Binário	Sim/Não
			Dependência de serviços ligados à infraestrutura crítica	Julgamento qualitativo	Baixo/médio/alto
			Proximidade a locais com uso do solo perigoso (como armazenamento de petróleo)	Distância estimada	<500 m, 500-1.000 m, >1.000 m
<b>Sistema de agentes sociais</b>					
			Sobreposição de responsabilidades entre agências	Grau	Baixo/médio/alto
			Protocolos estabelecidos para compartilhamento de informações	Binário	Sim/Não
			Protocolos estabelecidos para o uso de recursos para controle de crises	Grau	Sim/Parcialmente/Não
			Capacidade de emissão de alertas	Grau	Baixo/médio/alto
Comunidade e instituições	Sistêmica	Fatores que podem dificultar uma efetiva resposta a desastres	Idade estrutural	População em idade fértil	% da população em idade fértil
			Condição municipal da população envelhecida	% da população autônoma e saudável	Autônomo: Sim/Não; Saúde: Sim/Não
			Taxa de empregabilidade	Grau	Baixo/médio/alto
			Taxa de crescimento populacional	Tendência	Negativo/baixo/médio/alto
	Resiliência	Resiliência das comunidades afetadas pelas consequências de uma catástrofe	Tendência de imigração	Novos imigrantes/emigrantes	Negativo/baixo/médio/alto
			Rede de interação social	Julgamento qualitativo	Negativo/baixo/médio/alto
			Taxa de criminalidade	Grau	Baixo/médio/alto
			Conflito entre diferentes etnias/classes sociais	Grau	Baixo/médio/alto

Fonte: Elaboração própria, baseada em Menoni et al. (2012).

### 2.4.3 Índice de Adaptação Urbana

O UAI é um índice desenvolvido para diagnosticar a capacidade de adaptação aos

impactos das mudanças climáticas nos municípios brasileiros, bem como compreender como o tema é abordado nos governos municipais. Trata-se de um índice sócio-climático resultante do projeto CiAdapta, sediado na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

Ele tem parceria participativa e colaborativa com pesquisadores alocados na USP de diferentes universidades, com o intuito de compreender quais ações são adotadas em diferentes cidades para responder à mudança climática. A pesquisa é realizada em seis cidades grandes brasileiras com diferentes cenários socioeconômicos e climáticos: São Paulo, Manaus, Natal, Vitória, Curitiba e Porto Alegre. (Neder et al., 2021).

Baseia-se no *Socio-Climatic Vulnerability Index*, índice que considera fatores sociais, como influência da vulnerabilidade local, foi desenvolvido combinando duas características principais: projeções climáticas locais e sistemas de governança. Como é um índice direcionado para o diagnóstico da resposta governamental, os indicadores presentes estão associados a políticas públicas e utilizam como base os dados disponíveis ao público, como o Censo.

Para lidar com a interdisciplinaridade temática da vulnerabilidade climática, o índice abrange cinco dimensões centrais: moradia, mobilidade urbana, agricultura sustentável, gestão ambiental e resposta a impactos climáticos.

Tabela 4 – Variáveis usadas para construir o Índice de Adaptação Urbana

Dimensão	Indicador	Justificativa	Referência
Habitação	Plano municipal de habitação	Presença de diretrizes municipais específicas para habitação	Rosenzweig et al. (2018) e Field et al. (2014)
	Conselho municipal	Existência de órgão colegiado responsável por pautas habitacionais	Rosenzweig et al. (2018) e Field et al. (2014)
	Financiamento municipal	Disponibilidade de orçamento ou fontes de financiamento público para habitação	Rosenzweig et al. (2018)
Mobilidade urbana	Plano municipal de mobilidade	Existência de plano estruturado de mobilidade urbana	Rosenzweig et al. (2018), Eichhorst, (2009) e Evers et al. (2018)
	Ciclovias	Infraestrutura cicloviária implantada no território municipal	Eichhorst (2009)
	Bicicletários	Espaços destinados ao estacionamento seguro de bicicletas	Eichhorst, (2009) e Evers et al. (2018)
	Transporte público intermunicipal	Serviço de transporte coletivo entre municípios da região	Eichhorst, (2009) e Evers et al. (2018)
	Transporte público intramunicipal	Serviço de transporte coletivo dentro dos limites municipais	Eichhorst, (2009) e Evers et al. (2018)

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Referência</b>
Agricultura sustentável	Agricultura orgânica	Iniciativas voltadas à produção de alimentos orgânicos	UN-Habitat (2016), Assad e Magalhães (2014) e Coles e Costa (2018)
	Agricultura familiar	Programas ou políticas de incentivo à agricultura familiar	UN-Habitat (2016) e Coles e Costa (2018)
	Hortas comunitárias	Presença de hortas comunitárias em espaços públicos ou coletivos	UN-Habitat (2016) e Coles e Costa (2018)
	Programa climático para agricultura	Ações governamentais que relacionam agricultura e clima	UN-Habitat (2016)
	Programa de associativismo	Iniciativas de apoio à organização coletiva de agricultores	UN-Habitat (2016) e Assad e Magalhães (2014)
Gestão ambiental	Financiamento ambiental municipal	Destinação de recursos financeiros para ações ambientais	Carvalho et al. (2014), Assad e Magalhães, (2014), Field et al. (2014), Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016), Chu et al. (2017) e Contekar et al. (2016)
	Saneamento	Cobertura de rede de esgotamento sanitário ou soluções equivalentes	Carvalho et al. (2014), Assad e Magalhães (2014), Field et al. (2014) e Rosenzweig et al. (2018)
	Proteção ambiental	Instrumentos ou ações voltadas à preservação ambiental	Carvalho et al. (2014), Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016), Chu et al. (2017) e Contekar et al. (2016)
	Poluição do ar	Monitoramento e controle das emissões atmosféricas urbanas	Assad e Magalhães (2014), Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016) e Chu et al. (2017)
	Proteção da biodiversidade	Ações ou áreas de preservação voltadas à biodiversidade	Assad e Magalhães (2014), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016), Chu et al. (2017) e Contekar et al. (2016)

Dimensão	Indicador	Justificativa	Referência
	Adaptação e mitigação climática	Adoção de estratégias locais de mitigação e adaptação climática	Carvalho et al. (2014), Assad e Magalhães, (2014), Field et al. (2014), Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016), Chu et al. (2017) e Contekar et al. (2016)
	Plano de resíduos sólidos	Presença de plano estruturado para gestão de resíduos sólidos	Rosenzweig et al. (2018)
	Pagamento por serviços ambientais	Implantação de mecanismos de remuneração por conservação ambiental	Carvalho et al. (2014), Assad e Magalhães, (2014), Field et al. (2014), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017), Brink et al. (2016), Geneletti e Zardo (2016), Chu et al. (2017) e Contekar et al. (2016)
Resposta a impactos climáticos	Lei de uso e ocupação do solo para prevenção de inundações	Regulamentação de uso do solo em áreas suscetíveis a inundações	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin et al. (2014)
	Lei de uso e ocupação do solo para prevenção de deslizamentos	Regulamentação de uso do solo em áreas de risco geológico	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin et al. (2014)
	Plano municipal de redução de riscos	Plano de prevenção e resposta a riscos e desastres	(Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin et al. (2014)
	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Documento técnico com orientações sobre aptidão geotécnica para urbanização	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin et al. (2014)
	Defesa Civil Municipal	Atuação formal e estrutura institucional da Defesa Civil Municipal	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin et al. (2014)

Fonte: Elaboração própria, baseada em Neder et al. (2021).

Todavia, o índice apresenta diversas limitações quanto à sua aplicação no estudo de caso. Embora tenha sido desenvolvido no Brasil e testado em 645 municípios, a sua estruturação por ter sido feita exclusivamente em cidades de grande porte ou municípios menores no estado de São Paulo que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2025b), o Produto Interno Bruto (PIB) é 13 vezes superior ao do estado do Ceará. Essa

disparidade reflete diferenças significativas na capacidade de investimento, infraestrutura e desenvolvimento entre os estados, influenciando diretamente o cenário de implementação de políticas públicas. Assim, por mais que o índice tenha sua aplicabilidade testada em municípios de pequeno porte, o contexto urbano e socioeconômico de cidades, como Icapuí, difere substancialmente, exigindo adaptações para que possa ser usado para diagnosticar a vulnerabilidade municipal.

Além disso, o índice, por focar unicamente em políticas públicas ligadas ao planejamento urbano formal, ignora o impacto do planejamento insurgente na redução de vulnerabilidade. Em Icapuí, por exemplo, devido ao avanço do mar e à erosão, os moradores sazonalmente realizam obras emergenciais para a contenção da maré, fator que indica resiliência local e autonomia de resposta comunitária perante a desastres. Essas práticas revelam que ao avaliar unicamente ações governamentais institucionalizadas, elas são invisibilizadas. Segundo reportagem de Sousa e Muniz (2024), o avanço do mar e a erosão das praias vêm alterando as dinâmicas urbanas locais, evidenciando a urgência de respostas adaptativas tanto institucionais quanto populares.

Cabe destacar ainda que a obtenção de dados municipais de fácil acesso em municípios de pequeno porte de estados mais pobres enfrenta diversas limitações, como a desatualização do Censo Demográfico, a ausência de uma política urbana formal em muitos municípios, a ausência de atualização e sistematização das bases de dados oficiais, bem como a ausência de um acompanhamento histórico de dados consistente dessas informações. Soma-se a isso a presença de lacunas nos registros administrativos e a escassez de dados sistematizados sobre as práticas da população local.

Diante desse cenário, fez-se necessária a utilização de bases de dados secundárias, como as bases acadêmicas e a solicitação de relatórios cadastrais das Unidades de Pronto Atendimento (UPAs), que contribuíram para uma compreensão mais aprofundada da realidade local e vulnerabilidade socioambiental do território.

Assim, a estrutura do UAI servirá como base para a compreensão das ferramentas de políticas públicas urbanas previstas na legislação brasileira voltadas à redução da vulnerabilidade socioambiental. Ainda que sua aplicação literal não permita uma avaliação adequada ao contexto local de Icapuí, sua lógica metodológica, suas dimensões analíticas e bases de dados utilizadas possibilitam que a construção do índice adaptado direcione ações e políticas públicas existentes no território nacional, permitindo que a aplicação do índice sirva de apoio à tomada de decisão dos governos municipais.

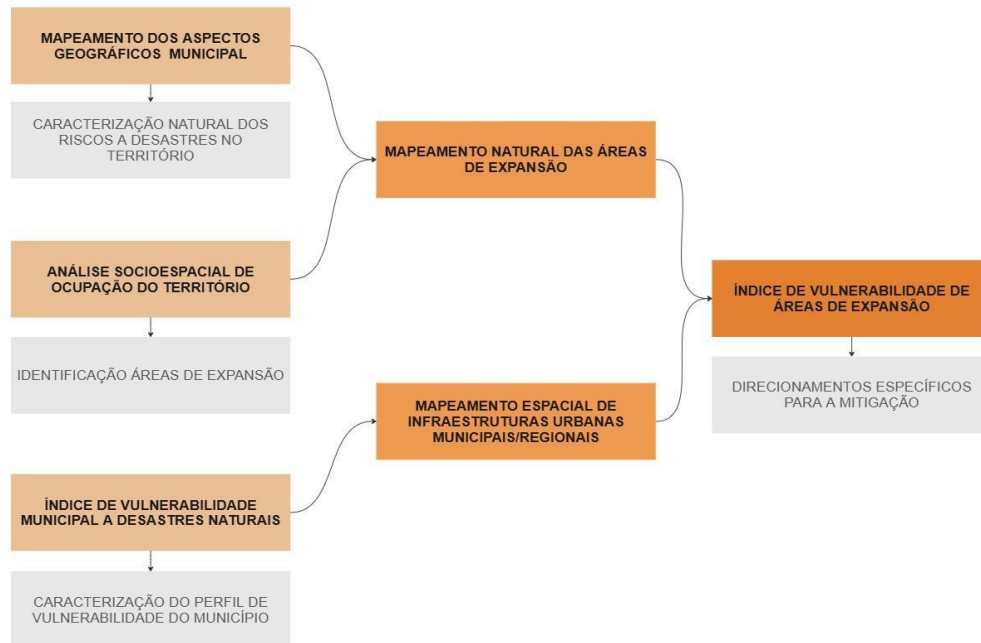
### 3 DESENVOLVIMENTO

O presente capítulo reúne os procedimentos metodológicos realizados para o desenvolvimento da abordagem proposta para a avaliação da vulnerabilidade socioambiental na expansão urbana de Icapuí, no Ceará. Para auxiliar e direcionar as etapas necessárias à construção de uma metodologia de análise de vulnerabilidade, foi necessária uma compreensão aprofundada das dinâmicas territoriais do estudo de caso. Assim, a primeira etapa consistiu na caracterização do estudo de caso.

Como os dados de bases oficiais revelaram-se generalistas, foi realizada uma articulação com dados secundários e análises espaciais, o que possibilitou interpretar e evidenciar fatores de exposição e fragilidades específicos das comunidades em áreas de expansão urbana. Dessa forma, este capítulo detalha os critérios adotados, a sistematização dos dados e as interpretações geradas, compondo uma etapa central para a compreensão dos riscos e desafios enfrentados por Icapuí diante das mudanças ambientais e da urbanização acelerada.

A Figura 19, apresentada a seguir, ilustra as etapas de caracterização necessárias para a compreensão das dinâmicas territoriais e socioambientais no contexto de Icapuí.

Figura 19 – Metodologia de avaliação



Fonte: Elaboração própria.

Diante da complexidade dos fatores influentes de um desastre natural, utilizou-se um índice específico, adaptado às características identificadas, como forma de traduzir as informações coletadas, visto que um índice permite uma leitura multidimensional entre variáveis físicas, sociais e institucionais. Para isso, é necessária uma coleta sistemática de dados que possibilite compreender as capacidades adaptativas do município e de sua comunidade, orientando a análise crítica das implicações territoriais da ocupação urbana em contextos ambientalmente sensíveis (Ciccotti et al., 2020).

### **3.1 Estudo de caso: Icapuí, Ceará**

Para este trabalho, foi escolhido o município de Icapuí como estudo de caso devido à ambivalência que marca seu contexto territorial: por um lado, apresenta movimentações locais em prol da preservação ambiental, impulsionadas originalmente por filhos de pescadores que observaram a escassez de recursos pesqueiros que a devastação do mangue estava gerando (Torquato et al., 2020). Por outro lado, esse cenário contrasta com a ausência de estruturas institucionais consolidadas para o monitoramento e enfrentamento dos efeitos ocasionados tanto pela degradação ambiental local quanto pelas mudanças climáticas, evidenciando a vulnerabilidade do município frente aos riscos socioambientais crescentes.

Além disso, em municípios como Icapuí, no qual coexistem ocupações territoriais atípicas, — como casas de veraneio, assentamentos rurais, núcleos pesqueiros tradicionais e instalação de campos de aerogeradores — a compreensão da dinâmica socioespacial exige uma abordagem que possibilite visualizar o impacto das relações de poder na configuração e no uso do território. Assim, verificou-se que ao se limitar exclusivamente às informações disponíveis em bancos de dados oficiais poderia direcionar a uma compreensão parcial ou equivocada do território, desconsiderando aspectos relacionais, históricos e simbólicos que influenciam diretamente a ocupação, o uso e a preservação dos espaços. É nesse sentido que a análise territorial aqui proposta busca integrar diferentes dimensões – técnicas, políticas e sociais – para construir uma leitura mais fiel à realidade vivida e aos desafios enfrentados pelas populações locais diante das vulnerabilidades socioambientais.

Dessa forma, ressalta-se a importância da experiência e do conhecimento adquiridos por meio de bolsa de pesquisa da Universidade Federal do Ceará, auxiliando no desenvolvimento do Plano Diretor de Icapuí, os quais foram fundamentais para compreender as especificidades locais, identificar as lacunas nos dados oficiais e fortalecer a análise crítica sobre as dinâmicas que moldam a realidade do município.

O atraso na liberação dos dados do Censo 2022, aliado à ausência de informações atualizadas disponibilizadas pela gestão municipal, reforçou a necessidade da coleta direta de dados para subsidiar o planejamento local.

Consequentemente, realizou-se, junto a uma equipe composta por demais bolsistas da Graduação e Pós-graduação, visitas de campo entre março e abril de 2024, aplicando questionários de natureza qualitativa e quantitativa em todas as comunidades do município. Essa atuação permitiu a coleta de dados primários fundamentais para suprir as lacunas das bases oficiais, além de proporcionar um contato direto com os atores locais, possibilitando uma compreensão mais profunda das dinâmicas sociais, territoriais e institucionais presentes em Icapuí.

Portanto, a capacitação de dados oficiais desenvolvida para o Plano Diretor, complementada pela coleta primária realizada, permitiu a construção de uma base de informações mais robusta e contextualizada, fundamental para viabilizar as análises territoriais realizadas nesta pesquisa.

Tabela 5 – Tabela síntese de captação de dados

<b>Tipo de dados</b>	<b>Fonte/Origem</b>	<b>Método de coleta</b>	<b>Finalidade e utilização</b>	<b>Método de captação</b>	<b>Acurácia dos dados</b>
<b>Análise de vulnerabilidade natural</b>					
Registros de desastres no Brasil	Atlas Digital de Desastres no Brasil	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Análise de dados para caracterização de tipologias de desastres no município	Captação por meio de filtragem e análise dos registros no território, gerando tabelas secundárias para detalhamento	Coerente com demais fontes consultadas
Erodibilidade dos solos do Brasil	Serviço Geológico do Brasil – CPRM	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de erodibilidade do solo de Icapuí	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Incoerente com dados secundários
Cobertura e uso do solo de Icapuí	Projeto MapBiomias – Coleção 9	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Coerente com demais fontes consultadas
Cobertura vegetal de Icapuí	Projeto MapBiomias – Coleção 9	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de cobertura vegetal de Icapuí e mapa de vulnerabilidade de Icapuí: cobertura vegetal	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Coerente com demais fontes consultadas
Solos do Ceará	Instituto de Pesquisa Estratégica Econômica do Ceará – IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de Pedologia de Icapuí	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Incoerente com dados secundários

Caracterização geoambiental do Ceará	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de caracterização geoambiental de Icapuí	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Informações validadas por especialistas
Geomorfologia costeira	Santos e Meireles, 2011	Consulta à base de dados acadêmica	Mapa de Geomorfologia de Icapuí e mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí: Geomorfologia	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Informações validadas por especialistas
Declividade de Icapuí	<i>United States Geological Survey</i> – USGS	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí: declividade	Captação por meio de filtragem e análise no limite territorial	Classificação de declividade usando como base curvas de nível geradas por imagem de MDE
<b>Análise de áreas de expansão urbana</b>					
Sedes municipais	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de limites territoriais de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Limites municipais do estado do Ceará	IBGE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de limites territoriais de Icapuí	Captação por meio da junção de setores censitários de acordo com tipologias de ocupação e limite territorial	Coerente com demais fontes consultadas
Unidades da Federação do Brasil	IBGE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de limites territoriais de Icapuí	Captação por meio da junção de setores censitários de acordo com tipologias de ocupação e limite territorial	Coerente com demais fontes consultadas
Setores censitários	IBGE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de setores de estudo	Captação por meio da junção de setores censitários de acordo com tipologias de ocupação e limite territorial	Coerente com demais fontes consultadas
Cobertura e uso do solo de Icapuí	Projeto MapBiomias – Coleção 9	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Rodovias pavimentadas	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Eixo viário	<i>OpenStreetMap</i>	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas

Edificações	<i>OpenStreetMap</i>	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Centros de Atenção Psicossocial - CAPS	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Centro de Referência de Assistência Social – CRAS	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Centro de Referência Especializado de Assistência Social – CREAS	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Delegacias	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Escolas públicas	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Escolas profissionais	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Unidades de Saúde – CNE	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Unidades de Saúde – UPA	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Áreas de Proteção Ambiental – APA	IPECE	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
Reservas particulares de preservação natural	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará – Semace	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas

Assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará – Semace	Consulta à base de dados aberta ao público e de fácil acesso	Mapa de evolução urbana de Icapuí	Captação por filtragem espacial dentro do território municipal e análise temporal integrada	Coerente com demais fontes consultadas
--	--	--	-----------------------------------	---	--

Fonte: Elaboração própria.

Como forma de assegurar a veracidade das informações, os dados selecionados foram comparados com demais bases de dados, sendo adotada como fonte principal aquela que se apresentou mais atualizada e coerente com os objetivos da caracterização. Posteriormente, a seleção final foi validada por discentes, docentes e ex-docentes da Universidade Federal do Ceará, a partir da análise de estudos específicos presentes em seus repositórios institucionais. Assim, ressalta-se o papel da pesquisa acadêmica na verificação da veracidade dos dados coletados, enfatizando que a replicação do processo de captação de dados, no intuito de subsidiar a tomada de decisão pela gestão municipal, exige uma equipe técnica qualificada para validar a coerência das informações e que tenha acesso a demais fontes de dados confiáveis.

### 3.1.1 Caracterização geográfica do município

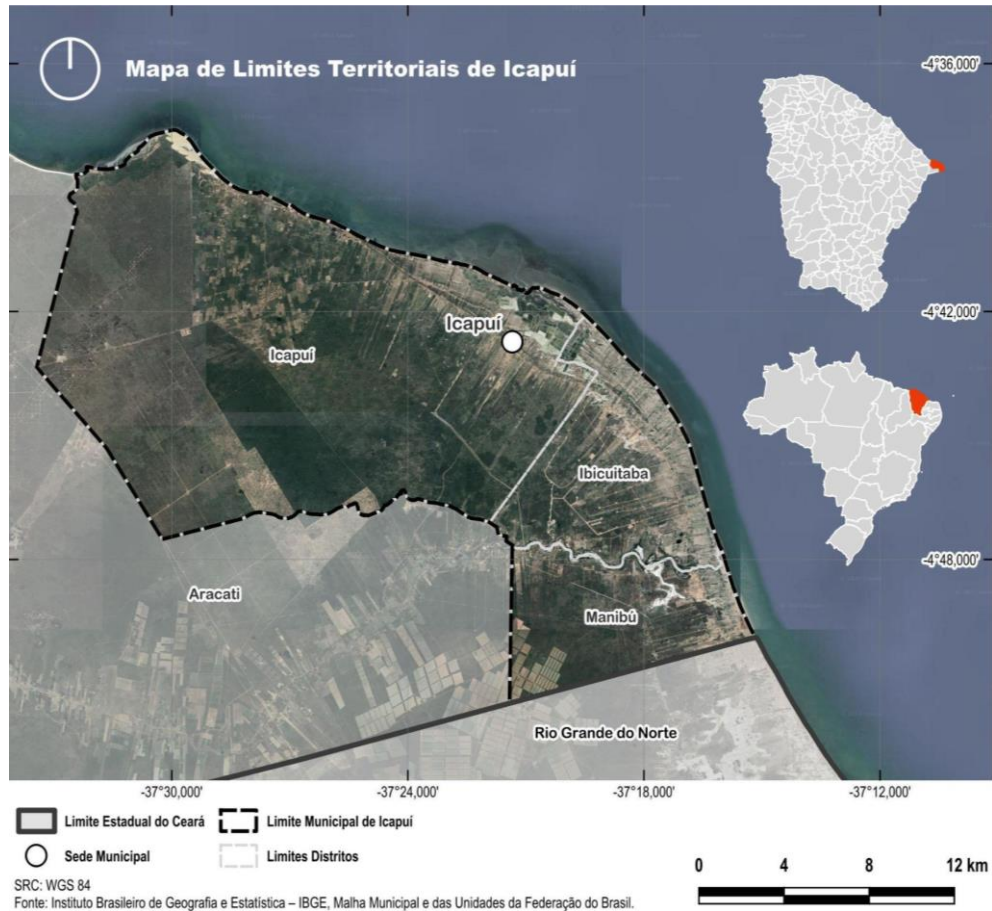
Situado no extremo Leste do litoral do estado do Ceará, o município faz fronteira com a cidade de Aracati/CE e Tibau/RN, e apresenta um conjunto de paisagens naturais com grande relevância no contexto regional e nacional, com destaque para suas falésias costeiras. Tem uma área territorial de 421,442 km<sup>2</sup>, dos quais 10,47 km<sup>2</sup> são urbanizados. De acordo com o Censo de 2022, o município conta com uma população de 21.443 habitantes, apresentando uma densidade populacional baixa de 50,86 habitantes por quilômetro quadrado. Cerca de 56% da população mora em zonas urbanas, o que revela uma ocupação predominantemente dispersa e rural no território municipal. O espaço urbano de Icapuí é concentrado principalmente na sede municipal e em núcleos costeiros, e a presença de 44% da população em zonas rurais revela uma ocupação fragmentada (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025a). Icapuí destaca-se no contexto estadual por ser o único município do Ceará que ainda não possui Plano Diretor, o que evidencia uma lacuna significativa no planejamento territorial local. Essa ausência compromete a capacidade de orientar a expansão urbana, regular o uso e ocupação do solo e estabelecer diretrizes que reduzam riscos e promovam um desenvolvimento mais sustentável e seguro para a população.

Foi observado, durante as visitas de campo, que as comunidades rurais estabeleciam

vínculos de pertencimento aos centros urbanos mais próximos, mesmo que localizados fora do município, como Aracati/CE e Tibau/RN, onde muitas vezes os limites geográficos eram desconhecidos. Essa percepção evidencia a influência da proximidade geográfica, as ofertas de serviços essenciais em centros urbanos e a facilidade relativa de mobilidade para a identificação local e política. Notou-se que nas comunidades mais periféricas, a população com a qual se estabeleceu contato, apresentava, majoritariamente, uma fraca identificação com a sede municipal e uma dependência de municípios vizinhos para o acesso a serviços básicos.

Além disso, o distanciamento físico em relação à sede municipal influenciava diretamente a percepção política das comunidades, sendo recorrente, especialmente nas áreas mais periféricas, o sentimento de esquecimento e abandono por parte do poder público local. Observou-se a presença significativa de uma dinâmica marcada pela existência de casas de veraneio, especialmente em comunidades, como Córrego do Sal e Manibu, que são compostas majoritariamente por habitações de ocupação sazonal. Nessas localidades, o ritmo das atividades econômicas está fortemente vinculado à presença temporária de visitantes, refletindo uma intensa dependência do setor turístico. Tal característica territorial acentua a vulnerabilidade socioeconômica dessas comunidades que vivenciam oscilações significativas na sua estabilidade. Esse fator impacta diretamente a resiliência diante de desastres naturais, visto que o evento comprometeria não somente a infraestrutura local, mas também a fonte de renda da população.

Figura 20 – Mapa de limites territoriais de Icapuí



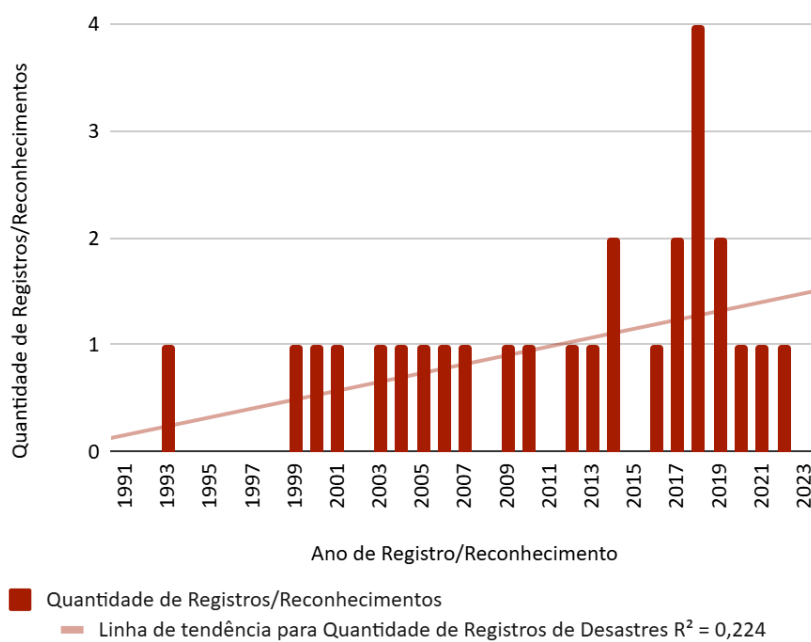
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024).

### 3.1.2 Desastres naturais e mudanças climáticas em Icapuí

Ao analisar os registros e reconhecimentos de desastres naturais no território de Icapuí, disponibilizados pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2024b), notou-se que apesar de ter ocorrido um aumento na presença de desastres naturais neste município, eles não se manifestam anualmente. Dentre os tipos registrados, a seca e a erosão apresentam o maior número de ocorrências e crescimento exponencial ao longo dos anos.

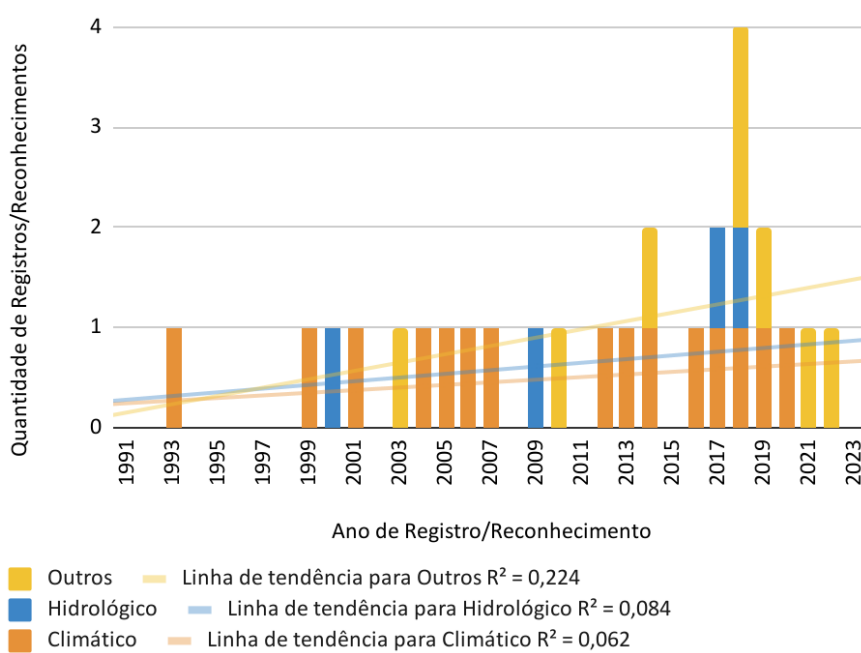
A tipologia de erosão mais comum em Icapuí é a costeira, sendo altamente influenciada pelo aumento do nível do mar que tende a se intensificar em decorrência das mudanças climáticas. Devido à dependência econômica da comunidade local com atividades em relação ao mar e ao turismo, faz com que a ocupação em áreas de risco seja condizente às dinâmicas sociais presentes. Esse fator contribui para o aumento de danos, prejuízos e vulnerabilidade da população.

Figura 21 – Quantidade de registros/reconhecimentos anuais de desastres naturais em Icapuí



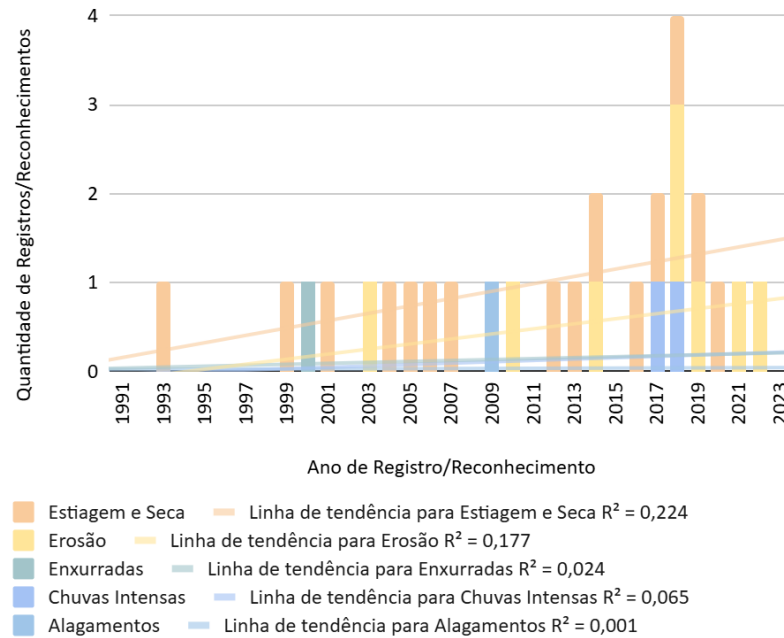
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 22 – Quantidade de registros/reconhecimento anuais de desastres naturais em Icapuí por tipologia



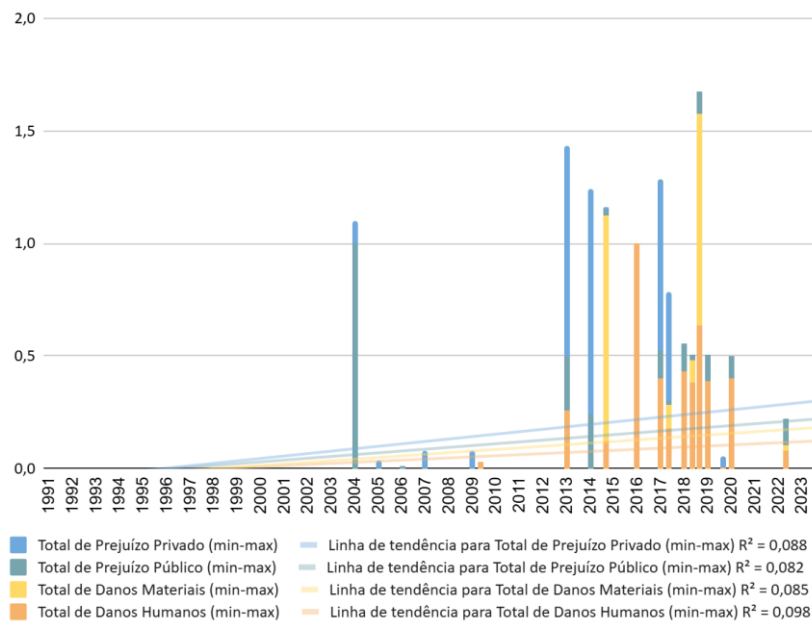
Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 23 – Quantidade de registros/reconhecimento anuais de naturais em Icapuí por tipo



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

Figura 24 – Quantidade de danos/prejuízos anuais de desastres naturais em Icapuí



Fonte: Elaboração própria, baseada em Atlas (2025).

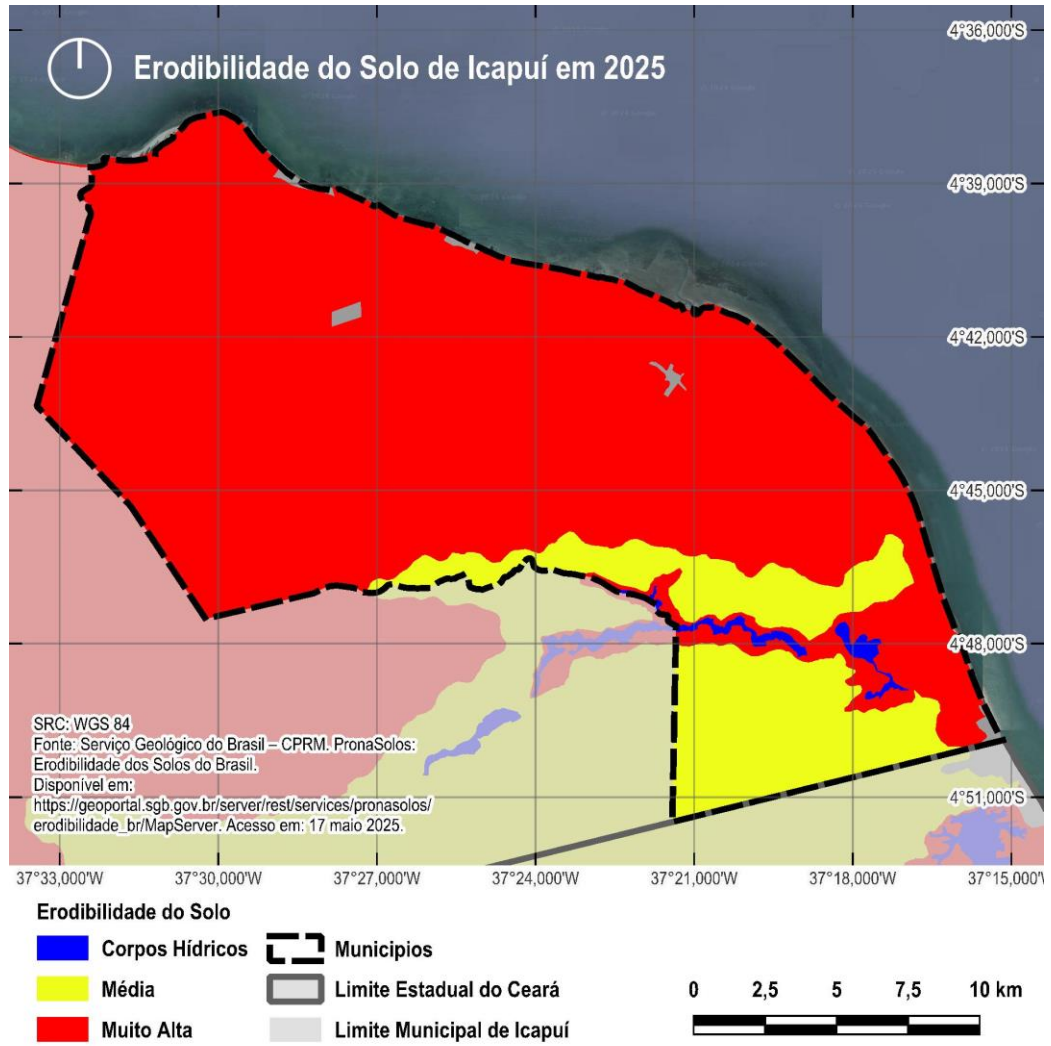
Por mais que o aumento nos registros de ocorrência de desastres naturais em Icapuí não apresente uma mudança tão expressiva ao comparar com o contexto nacional, a ausência de um órgão municipal de Defesa Civil compromete o monitoramento e registro de eventos adversos.

### 3.2 Análise de vulnerabilidade natural e ambiental

A compreensão da vulnerabilidade a desastres sicionaturais exige fundamentalmente uma análise do ambiente natural, que é o espaço no qual se emerge as consequências das interações entre os processos ambientais naturais e as ações antrópicas, manifestando-se na forma de desastres. Assim, tomando como base os registros existentes de desastres, foi realizado um mapeamento de fatores ambientais e naturais, com o objetivo de identificar as áreas mais suscetíveis a sua ocorrência para, posteriormente, sobrepor o mapeamento de fatores urbanos, de modo a possibilitar a correlação entre o risco natural e a dinâmica urbana.

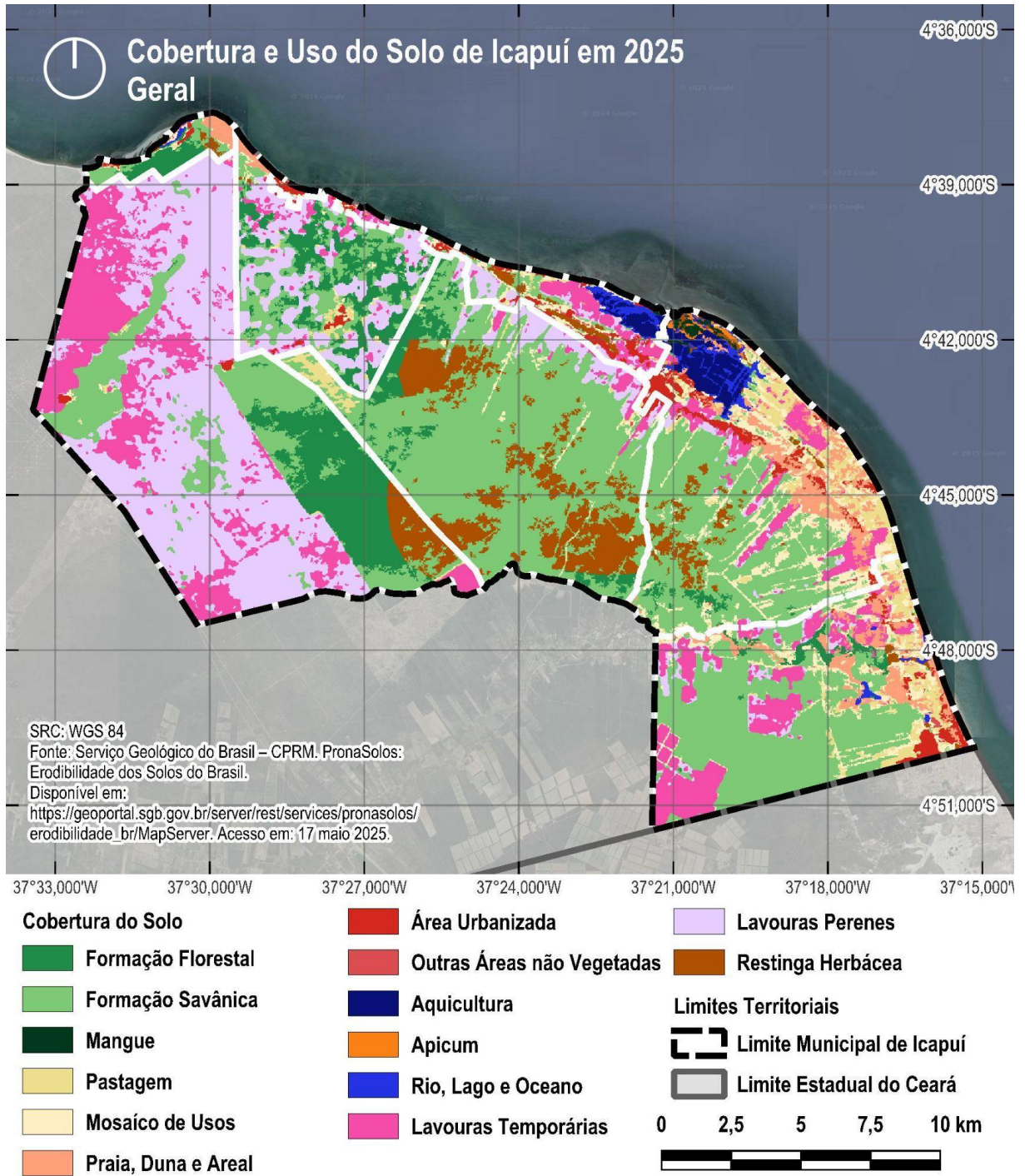
Em um primeiro momento, foi construído um recorte de fatores de influência voltados à vulnerabilidade natural validados por uma referência teórica, sendo considerados aspectos ligados à Geologia, Geomorfologia, Pedologia e cobertura vegetal (Monteiro; Zanella, 2019). A partir desse referencial, foi realizada uma seleção de dados disponíveis em bases de dados oficiais e de fácil acesso, visando à elaboração de mapas temáticos por meio da sobreposição de camadas georreferenciadas no *software* QGIS. Cabe ressaltar que o monitoramento de áreas suscetíveis a desastres, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, não registra oficialmente no município de Icapuí nenhuma área como de risco de desastres naturais (Brasil, 20--). No entanto, a ocorrência documentada dos eventos no território e a presença de estudos secundários de suscetibilidade específicos disponíveis na plataforma evidenciam uma lacuna no monitoramento nessa localidade.

Figura 25 – Mapa de erodibilidade do solo de Icapuí em 2025



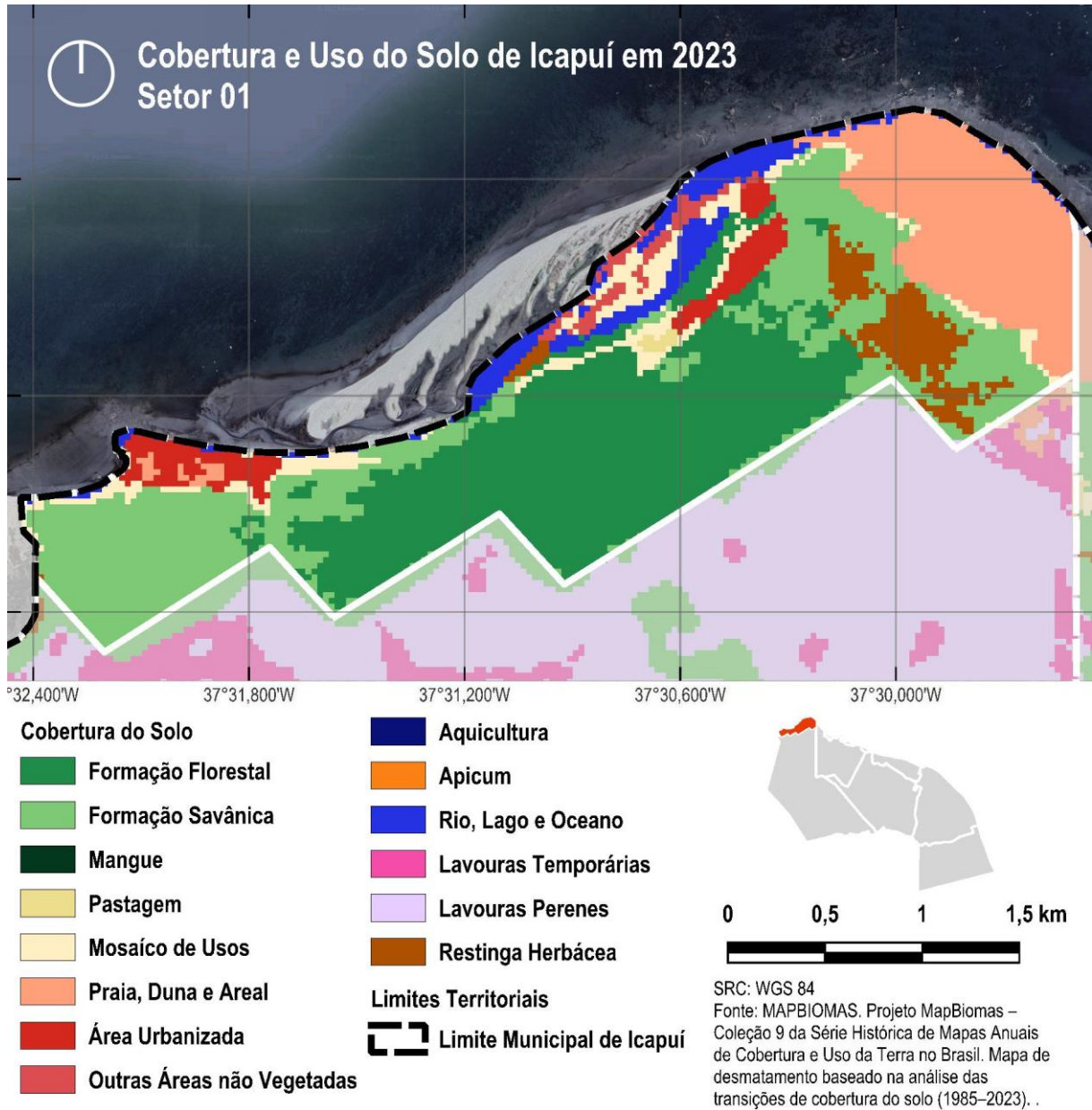
Fonte: Elaboração própria, baseada em Brasil (2025).

Figura 26 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – geral



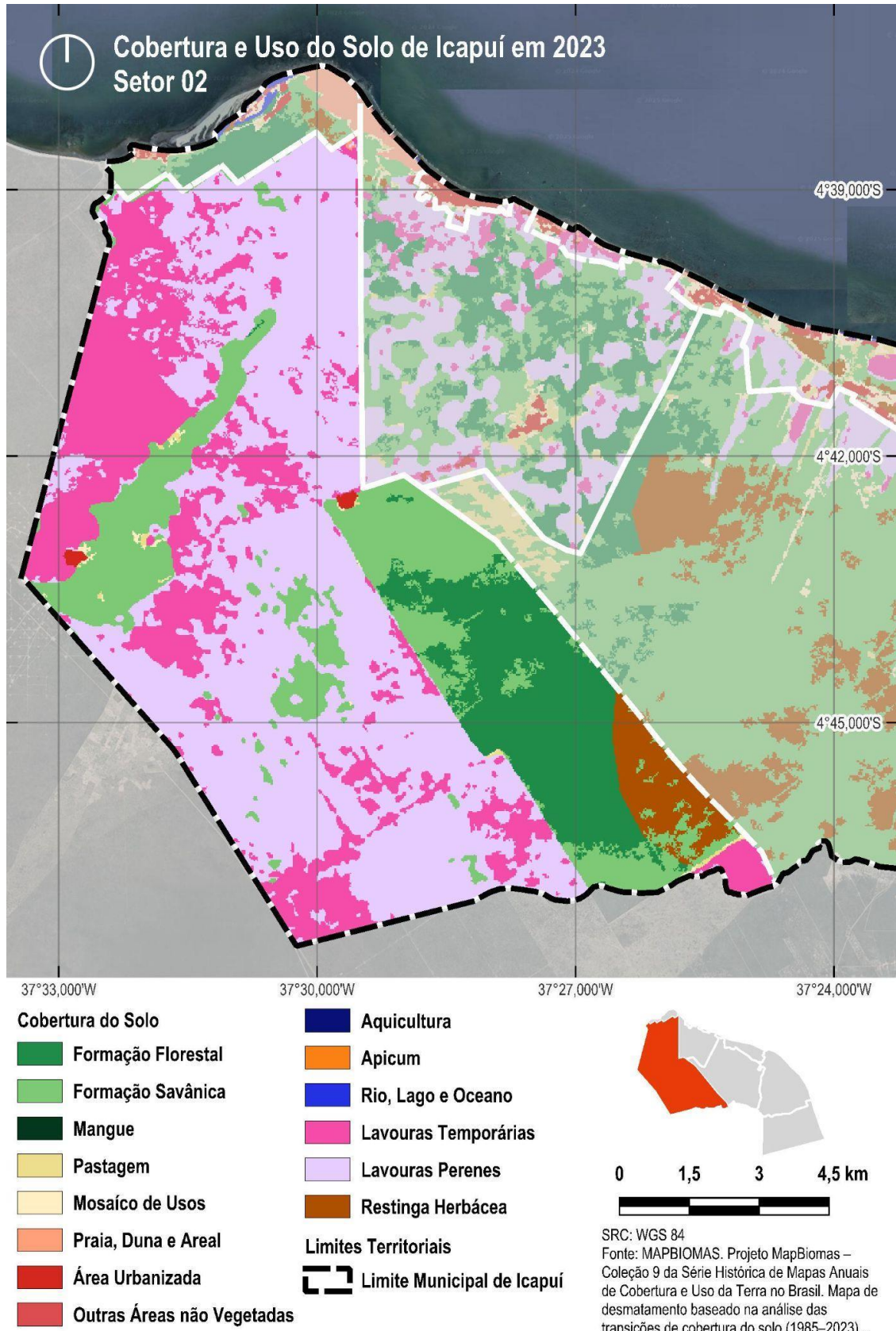
Fonte: Elaboração própria, baseada em Brasil (2025).

Figura 27 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 01



Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

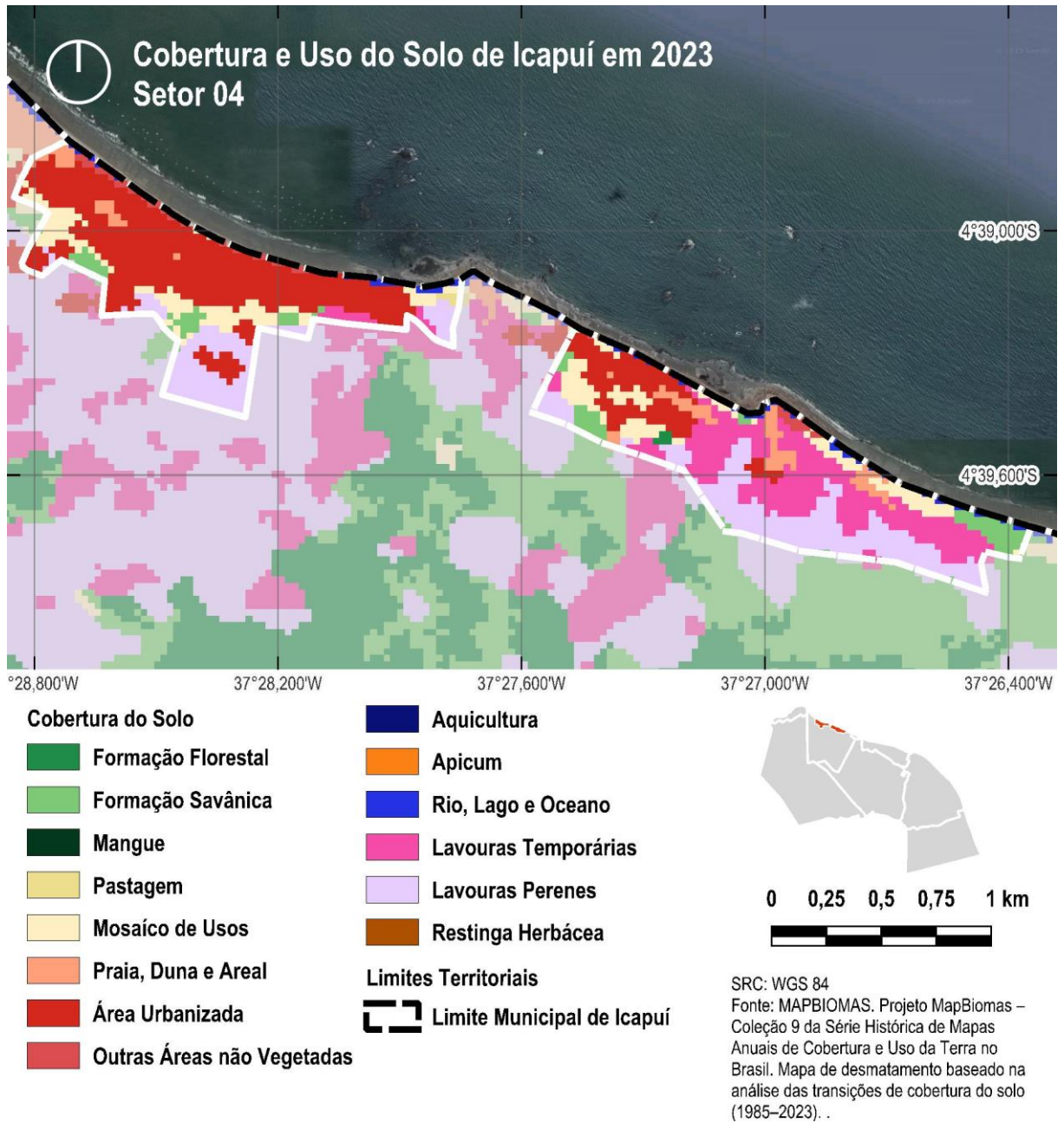
Figura 28 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 02



Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

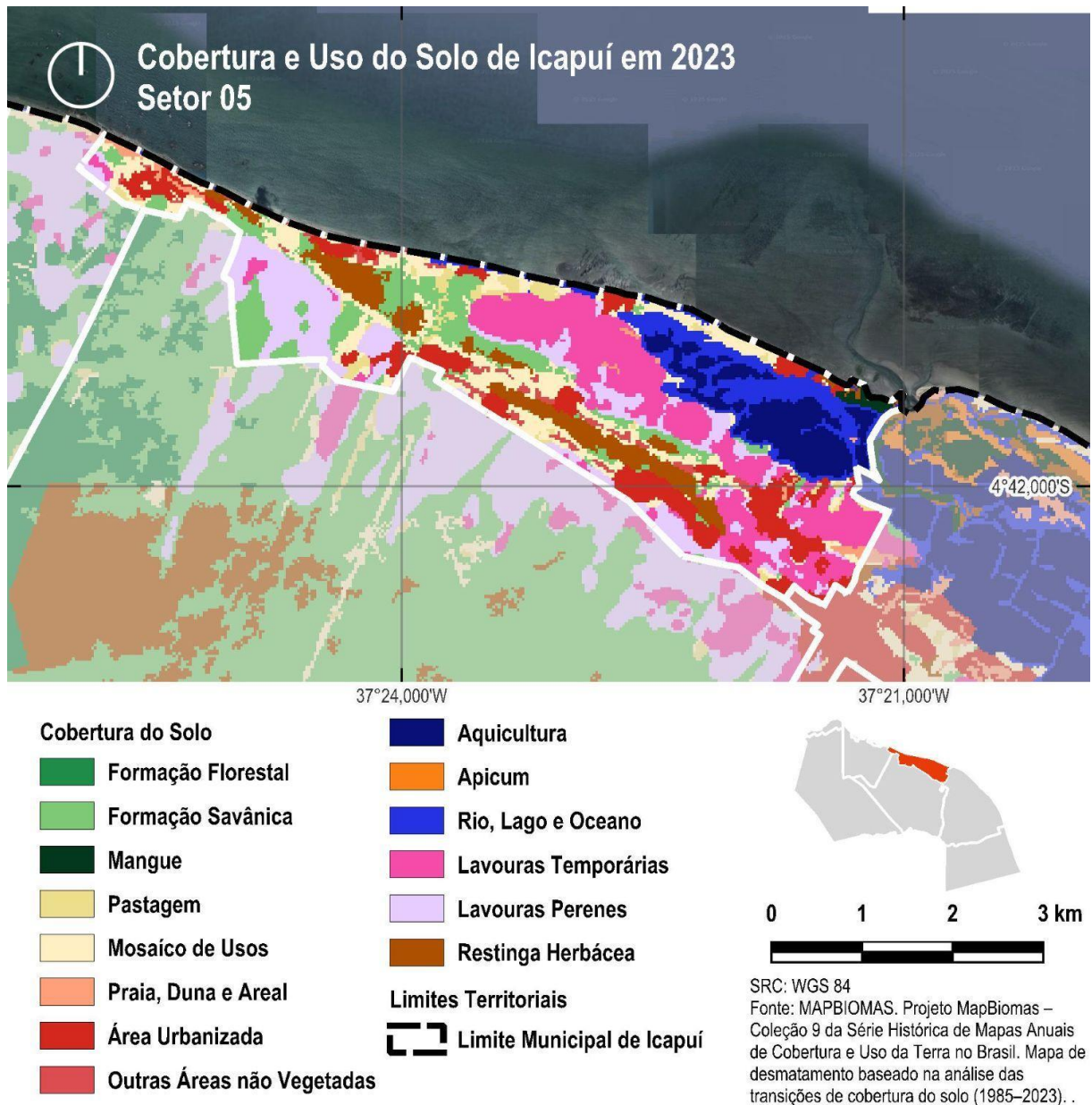
Figura 29 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 03





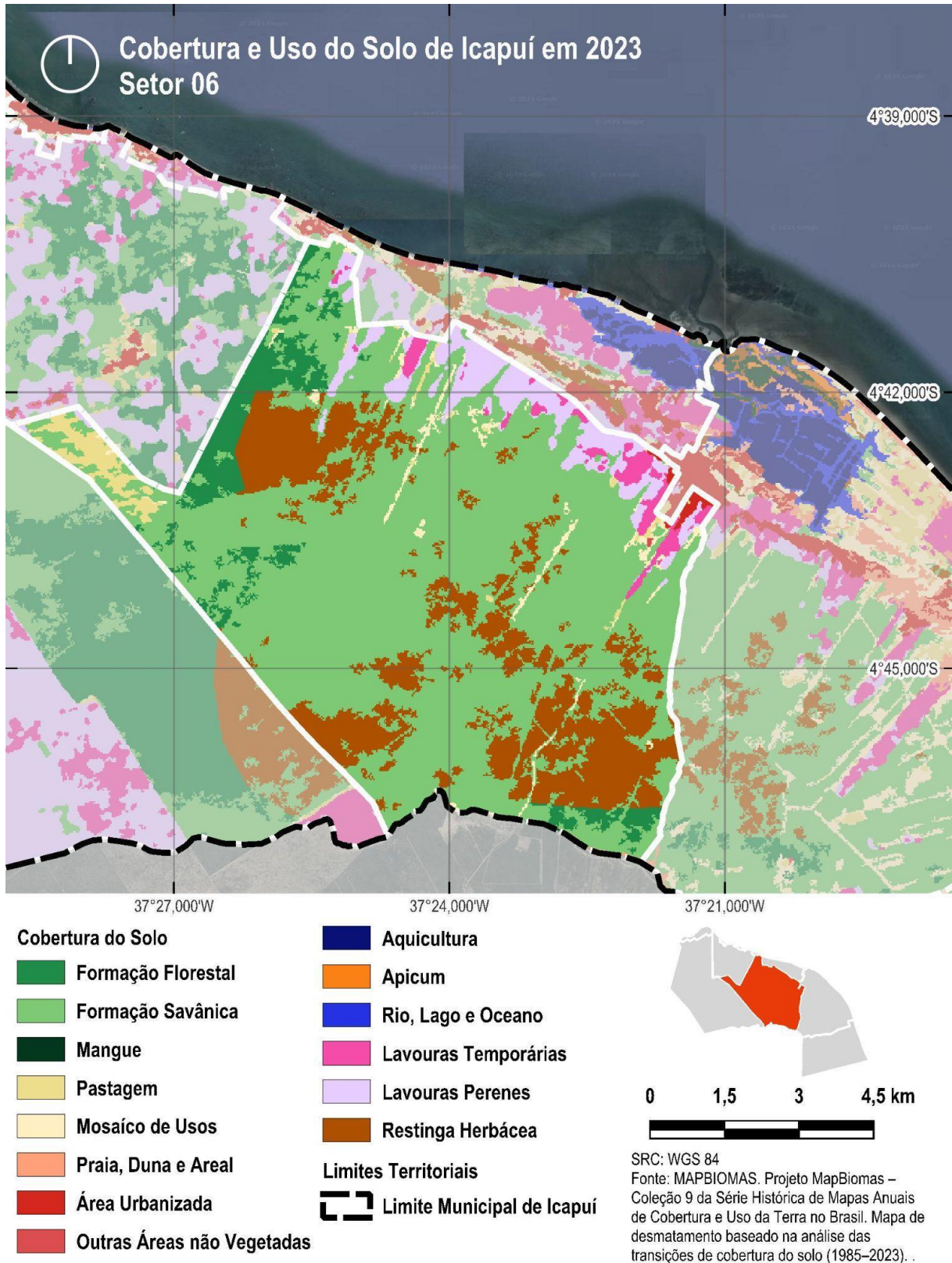
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Figura 31 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 05



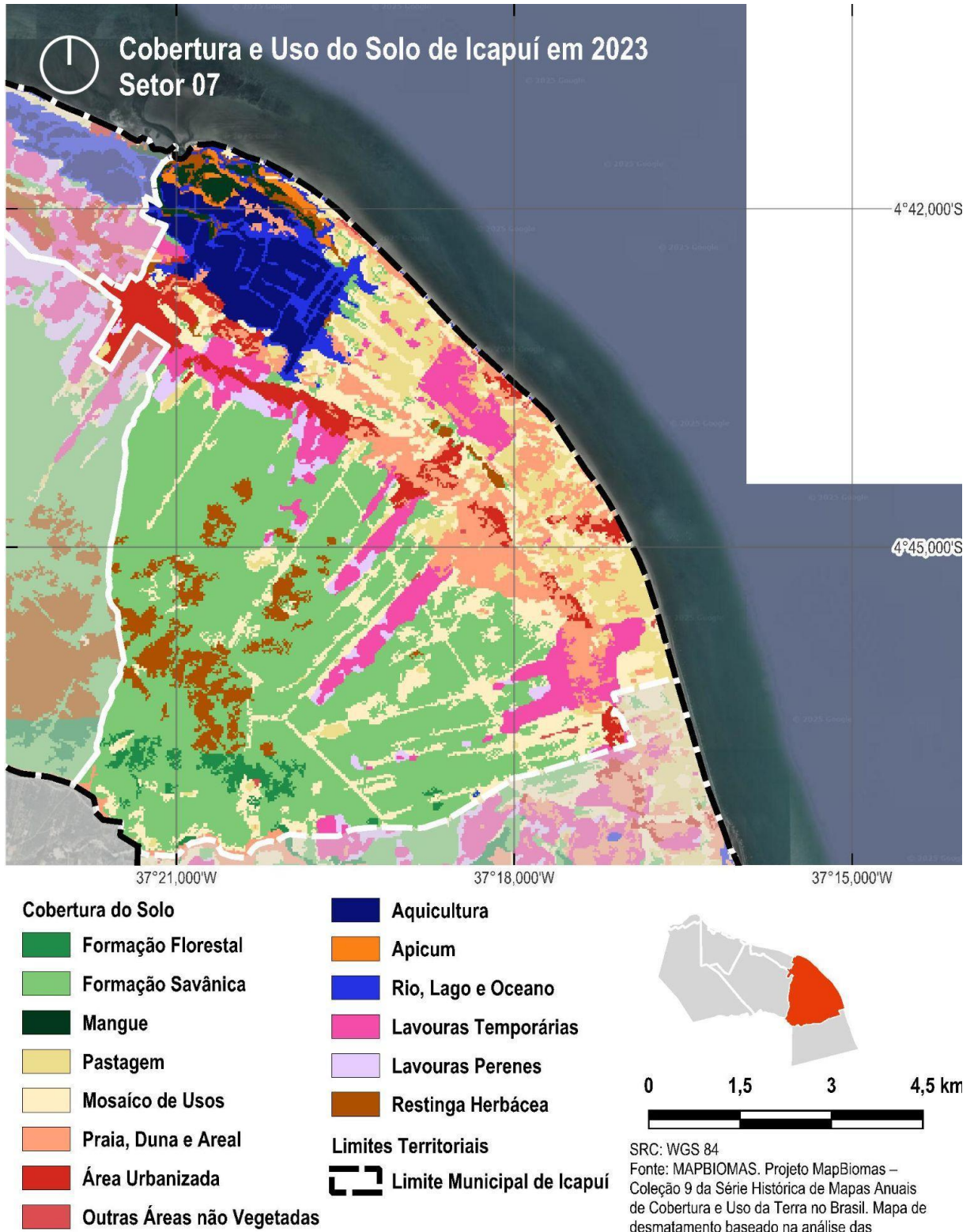
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Figura 32 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 06



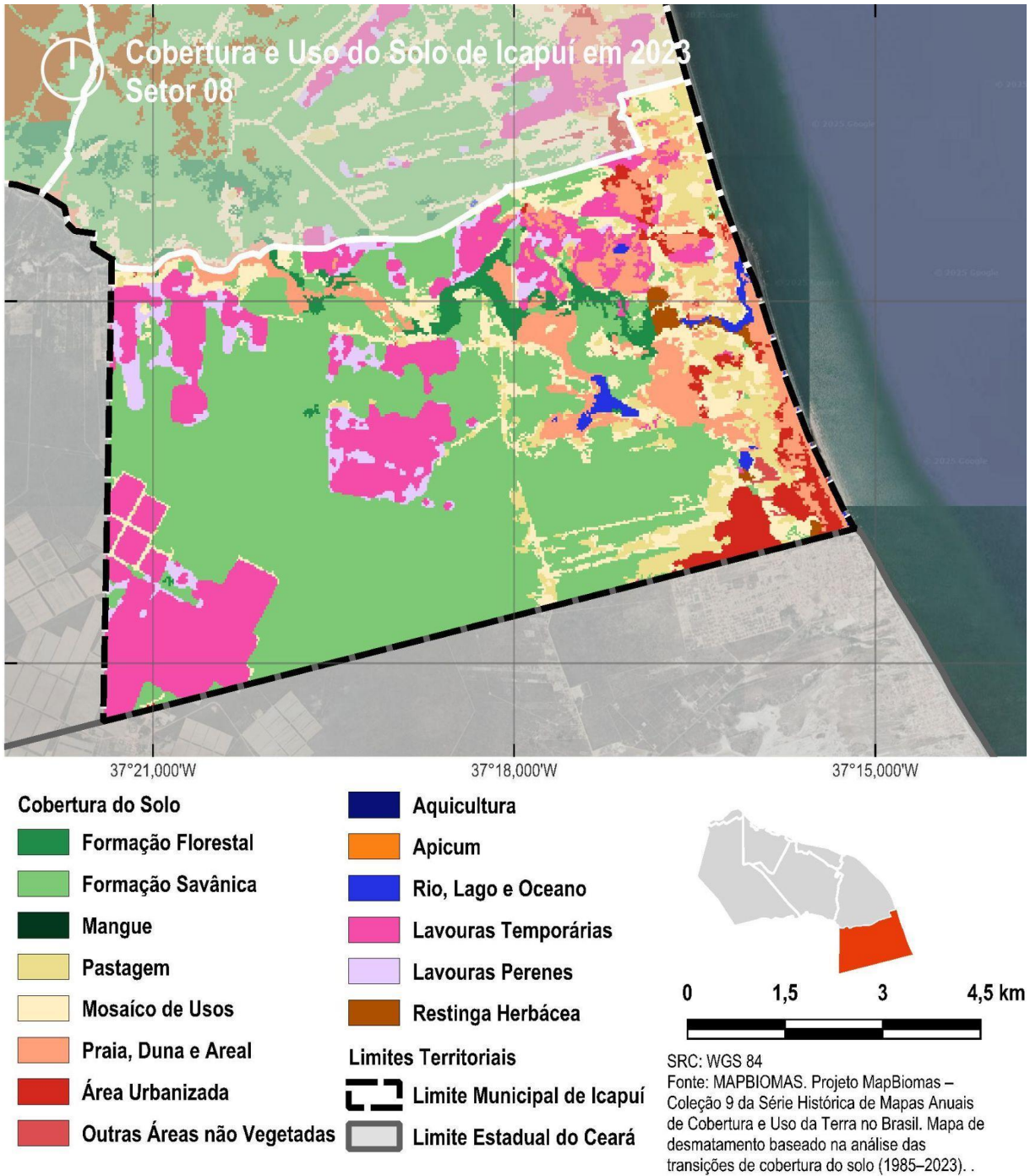
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Figura 33 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 07



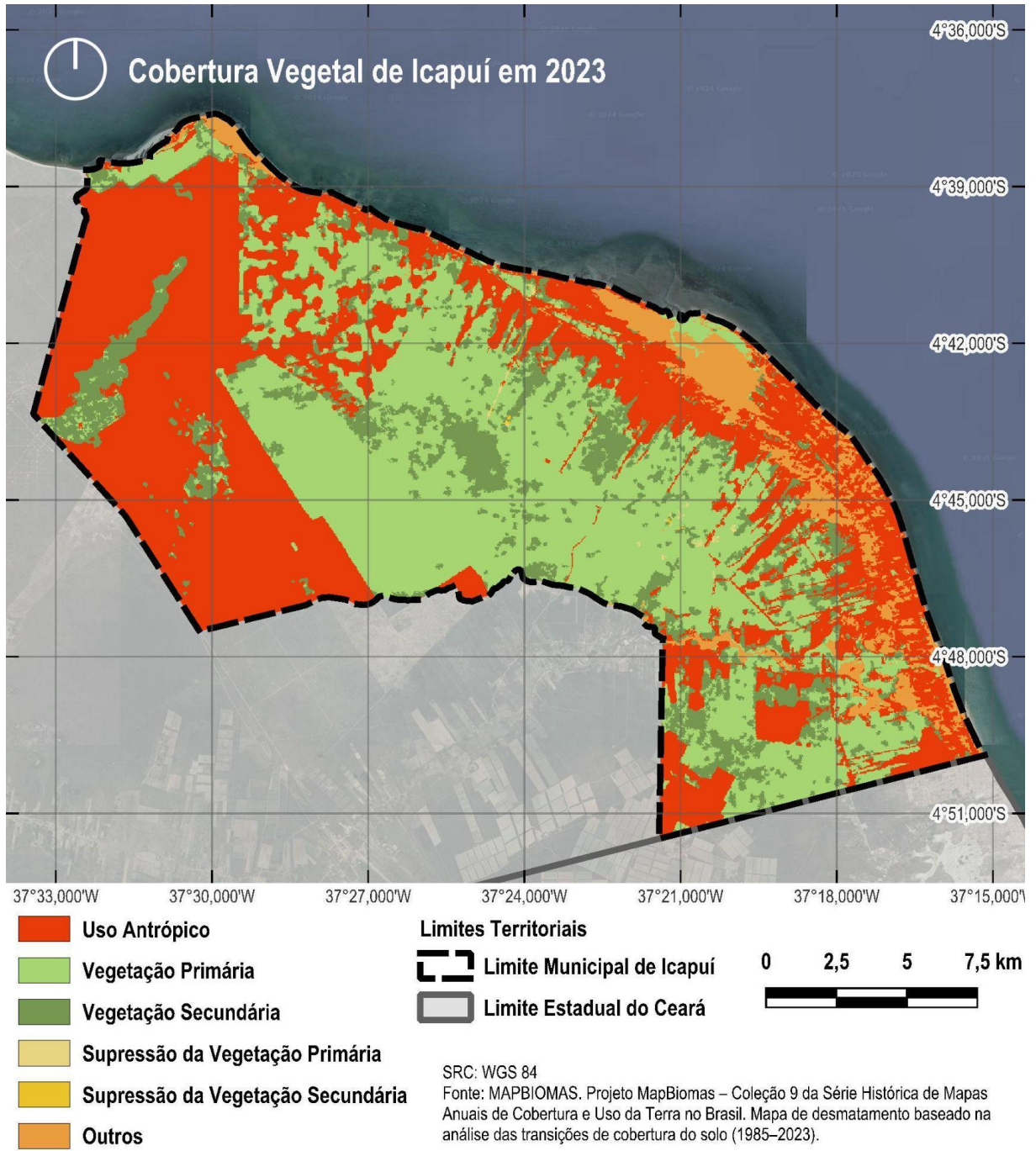
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Figura 34 – Mapa de cobertura e uso do solo de Icapuí em 2023 – setor 08



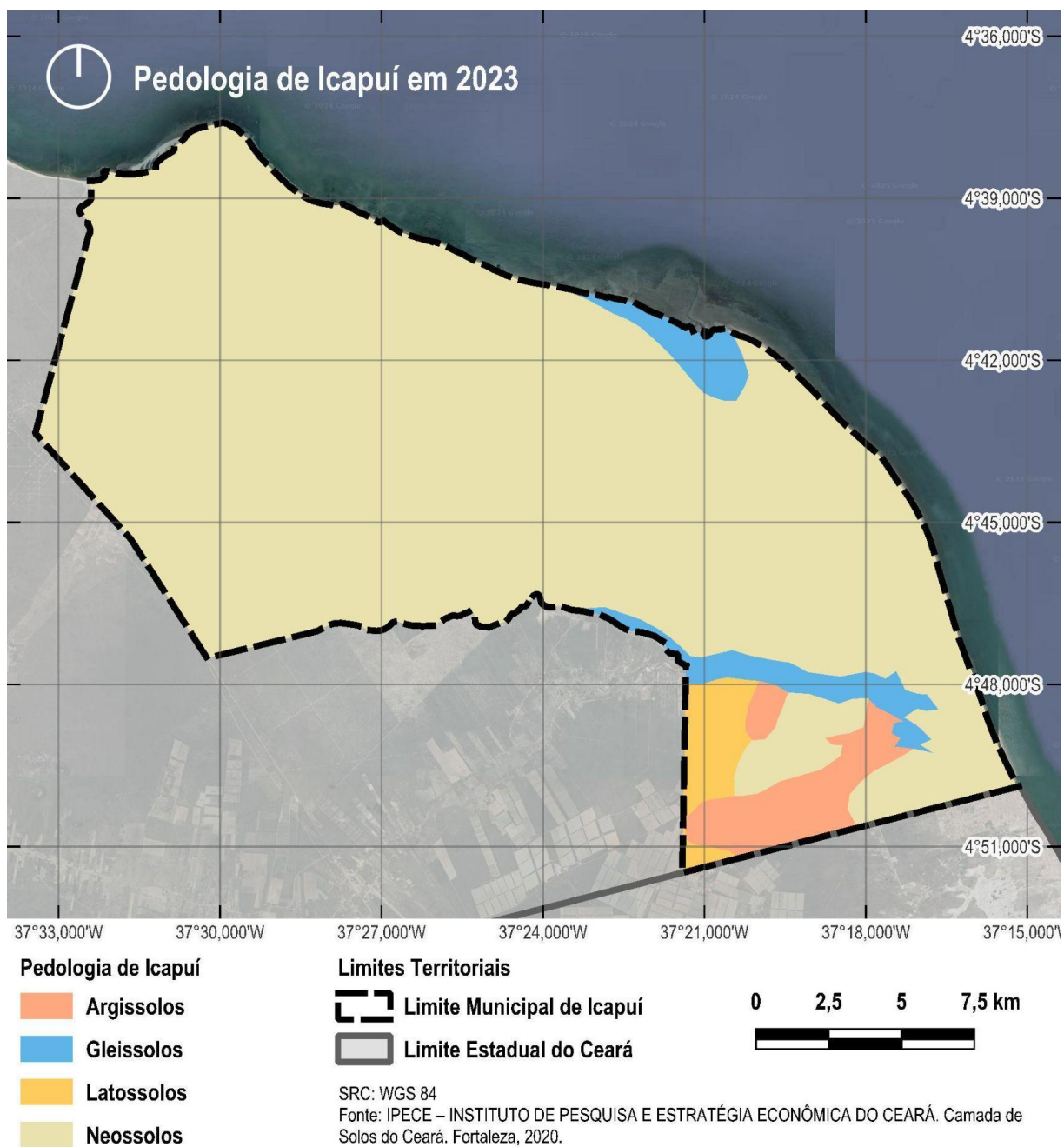
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Figura 35 – Mapa de cobertura vegetal de Icapuí em 2023



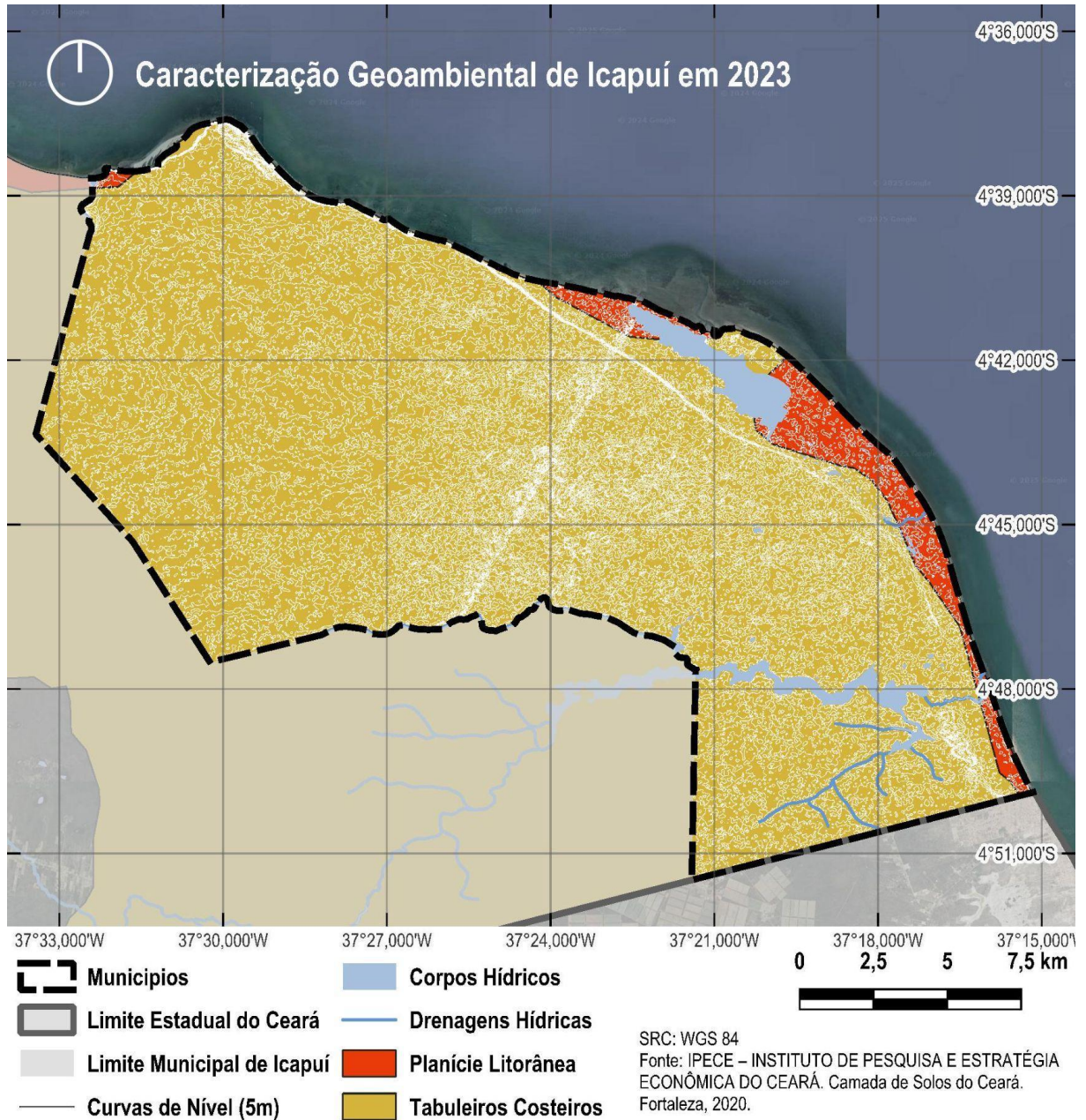
Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomas (2023).

Figura 36 – Mapa de Pedologia de Icapuí em 2023



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2020).

Figura 37 – Mapa de caracterização geoambiental de Icapuí em 2023



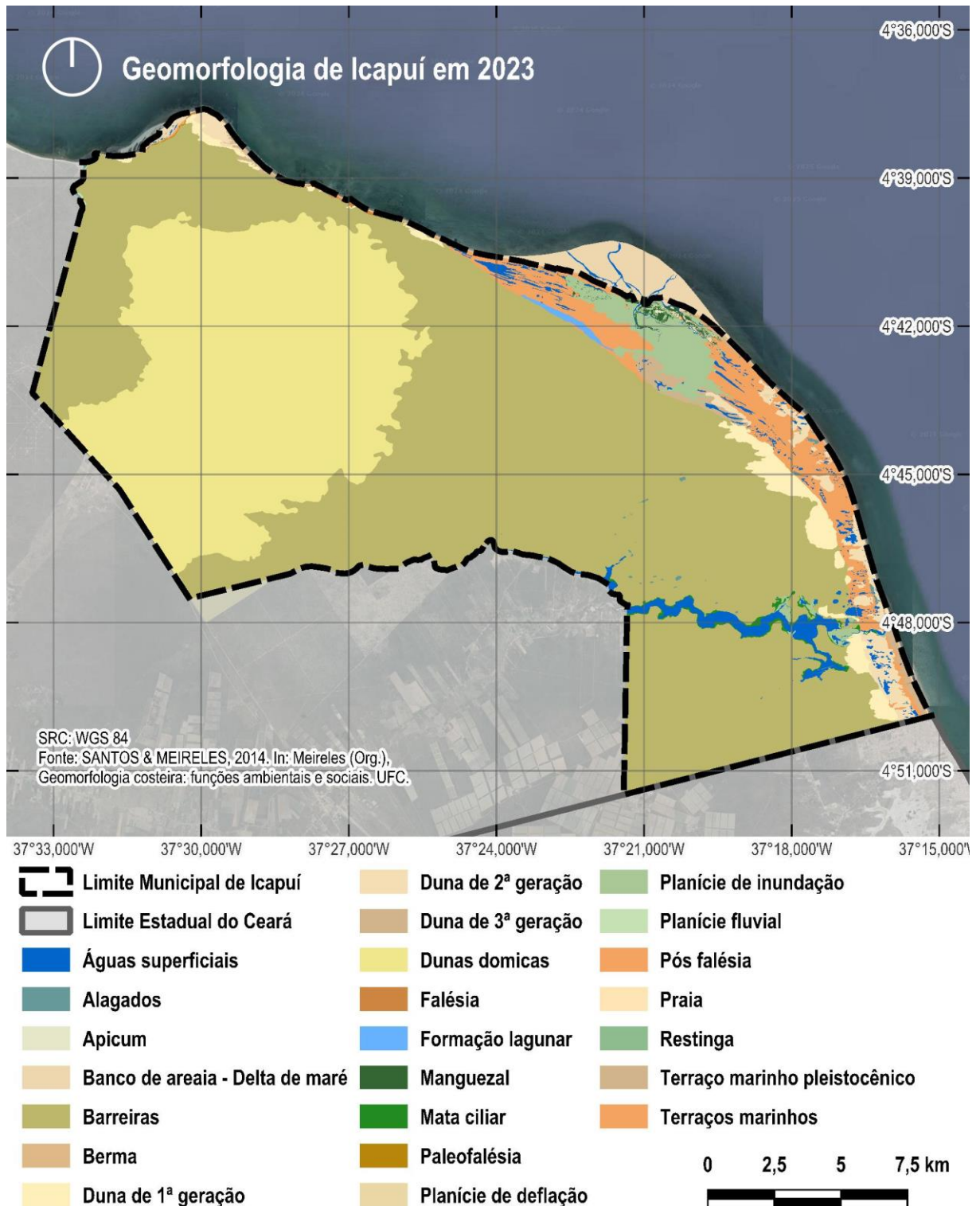
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2020).

A camada disponível pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2020b) de caracterização geoambiental apresenta generalizações espaciais que comprometem uma leitura detalhada do território. No mapa acima, essa camada foi sobreposta a camadas hídricas, também disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2020b), e com uma camada gerada das curvas de níveis existentes. Para a obtenção das curvas de nível do município de Icapuí, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 metros disponibilizado pelo portal *EarthExplorer* da USGS. O dado foi baixado no formato raster (.tif), georreferenciado no sistema de coordenadas SIRGAS 2000

/ UTM Zona 24S (EPSG:31984), garantindo medições precisas em metros. No entanto, essa sobreposição não se mostrou suficiente para uma leitura precisa da vulnerabilidade.

Diante dessas limitações, foi necessário complementar a base de dados cartográficos com bases de dados secundárias provenientes de trabalhos científicos que abordem o estudo geoambiental de Icapuí. A incorporação dessas informações permitiu garantir uma maior coerência na representação natural do espaço, no entanto, é importante enfatizar que, para a replicação desta metodologia em demais cenários, pode não haver a disponibilidade de bases secundárias, sendo necessário recorrer a outras estratégias para preencher as lacunas de informação existentes.

O mapa abaixo representa a base cartográfica de dados geomorfológicos elaborada por Santos (2014) e desenvolvida na integração de dados orbitais e levantamentos de campo ao longo do litoral cearense. Ele difere-se das bases de dados oficiais por reconhecer aspectos geomorfológicos relevantes para uma análise de vulnerabilidade ambiental, como áreas de dunas, falésias e formações lagunares.

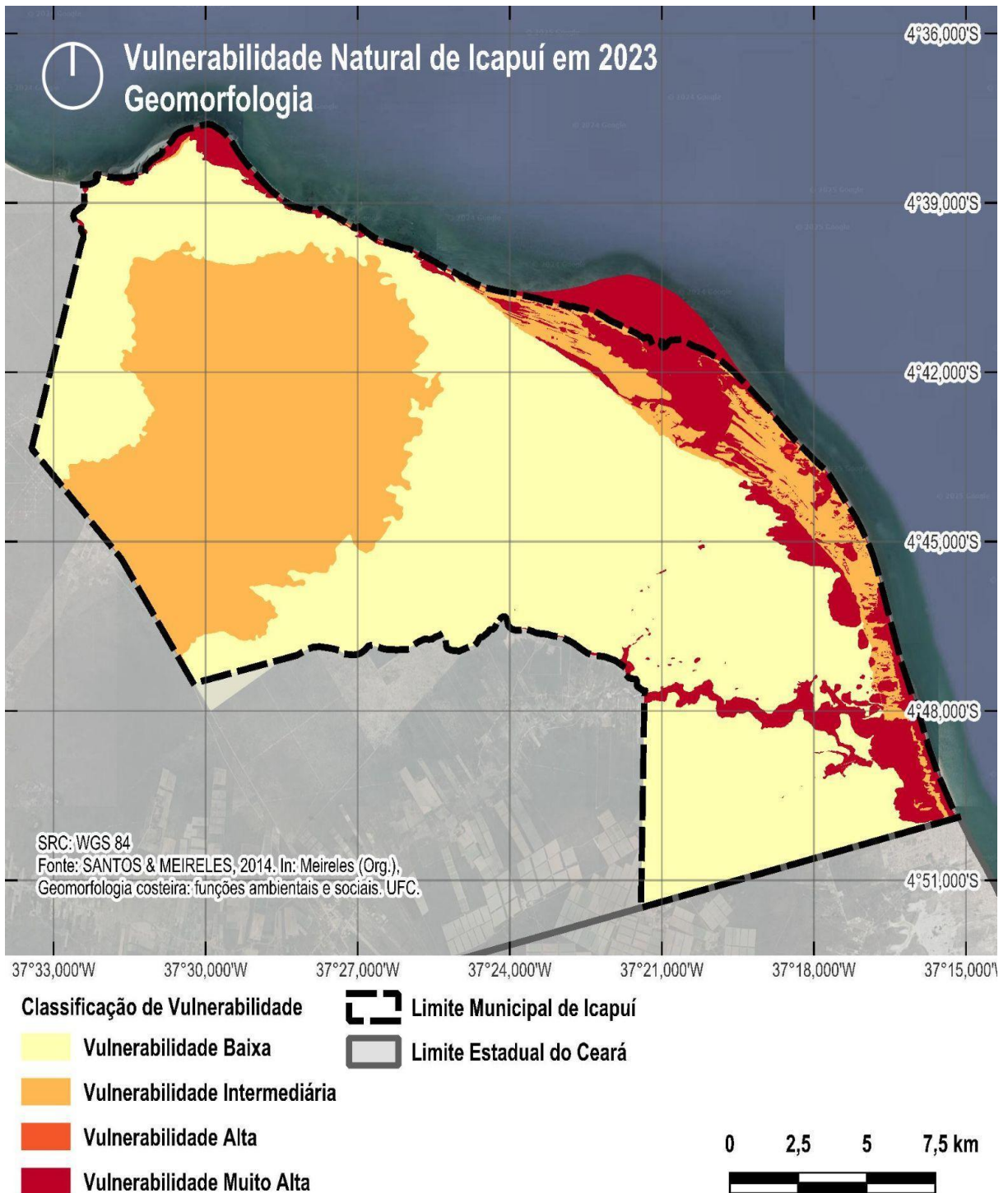


Fonte: Elaboração própria, baseada em Meireles e Santos (2011).

Após a análise preliminar dos dados cartográficos, foram sobrepostos os mapas de Geomorfologia, cobertura vegetal e declividade, com o objetivo de integrar variáveis que influenciam diretamente a vulnerabilidade a desastres durante um processo de ocupação do território. Para isso, foram atribuídas classes de risco específicas para cada característica dos

mapas base.

Para o mapa de Geomorfologia (Figura 39), as classes de vulnerabilidade foram definidas com base na fragilidade da ocupação perante um equilíbrio ambiental, sendo classificadas de 1-3: as ocupações de baixa vulnerabilidade, cujas características geomorfológicas indicam uma estabilidade perante os elementos da paisagem, pertencem à classe 1, já as ocupações de alta vulnerabilidade, cujas características geomorfológicas naturais indicam processos altamente dinâmicos, são de classe 3 (Monteiro; Zanella, 2019).

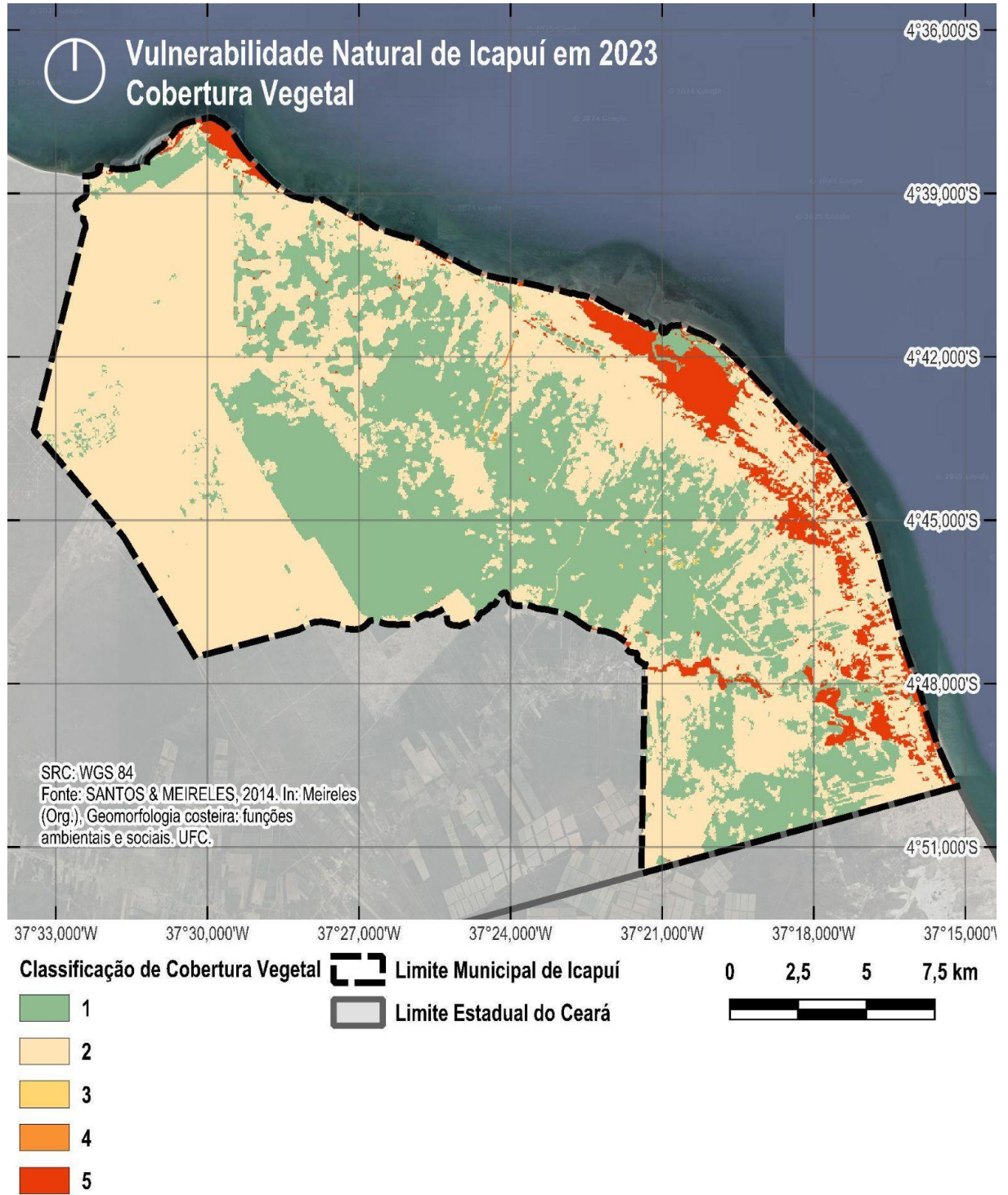


Fonte: Elaboração própria, baseada em Meireles e Santos (2011).

Para a análise da vulnerabilidade da cobertura vegetal, a classificação de cobertura foi baseada na classificação de acordo com a trajetória temporal definida pelo MapBiomias (2023), ao passo que para a análise de vulnerabilidade foram atribuídos valores de 1-5 ligados à permanência e tipologia da classe. Cabe ressaltar que a classe da vegetação impacta diretamente a vulnerabilidade, mas devido à ausência de dados específicos referentes serão

analisados unicamente a trajetória de cobertura do solo.

Figura 40 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023: cobertura vegetal



Fonte: Elaboração própria, baseada em Meireles e Santos (2011).

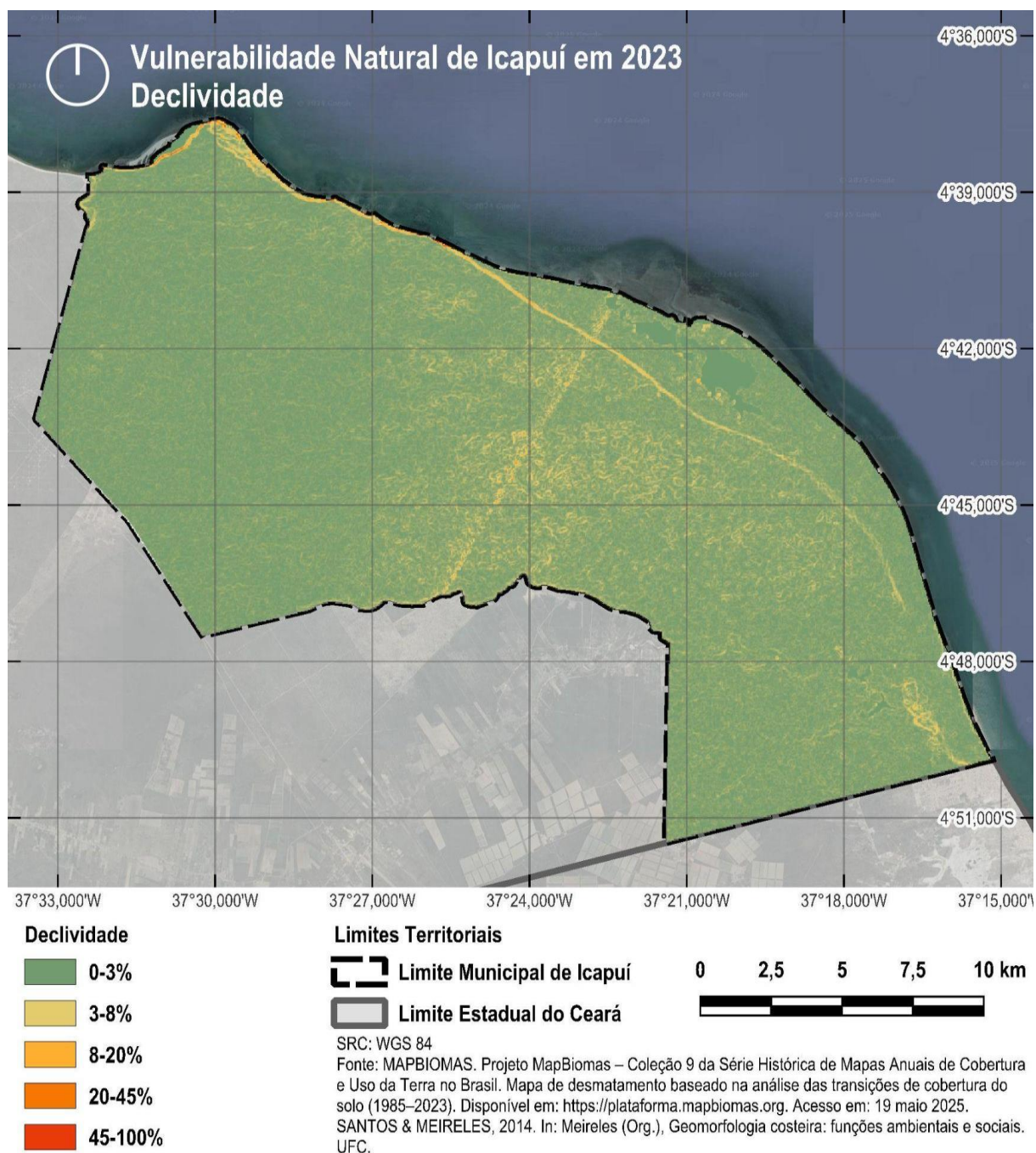
Tabela 6 – Classificação da cobertura vegetal

Classe	Descrição	Valor
Antrópico	Permanência em alguma classe de uso antrópico, supressão de vegetação primária ou secundária em anos anteriores	2
Vegetação primária	Ausência de desmatamento, vegetação nativa	1
Vegetação secundária	Indica trajetória de recuperação para vegetação secundária	2
Supressão de vegetação primária	Indica evento de desmatamento alocado anteriormente à classe de vegetação primária	3
Supressão de vegetação secundária	Indica evento de desmatamento alocado anteriormente à classe de vegetação secundária	4
Áreas de vegetação	Indica presença de área sem cobertura vegetal	5

Fonte: Elaboração própria, baseada no MapBiomias (2023).

Como a ocupação em áreas com declives sinuosos está associada ao risco iminente de desastres naturais, principalmente em locais com grande adensamento populacional para a análise de vulnerabilidade natural e ambiental, foi contabilizado o impacto da declividade na fragilidade de um ambiente. Para isso, foi feita uma classificação de declividade usando como base a imagem de MDE previamente utilizada para gerar as curvas de nível. A classificação seguiu as definições de classes de relevo propostas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Santos, 2018). As classes que representam um terreno plano receberam a classificação 1 e as que apresentam características de ondulação impróprias para o adensamento urbano pertencem à classificação 5.

Figura 41 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023: declividade



Fonte: Elaboração própria, baseada em Meireles e Santos (2011) e MapBiomias (2023).

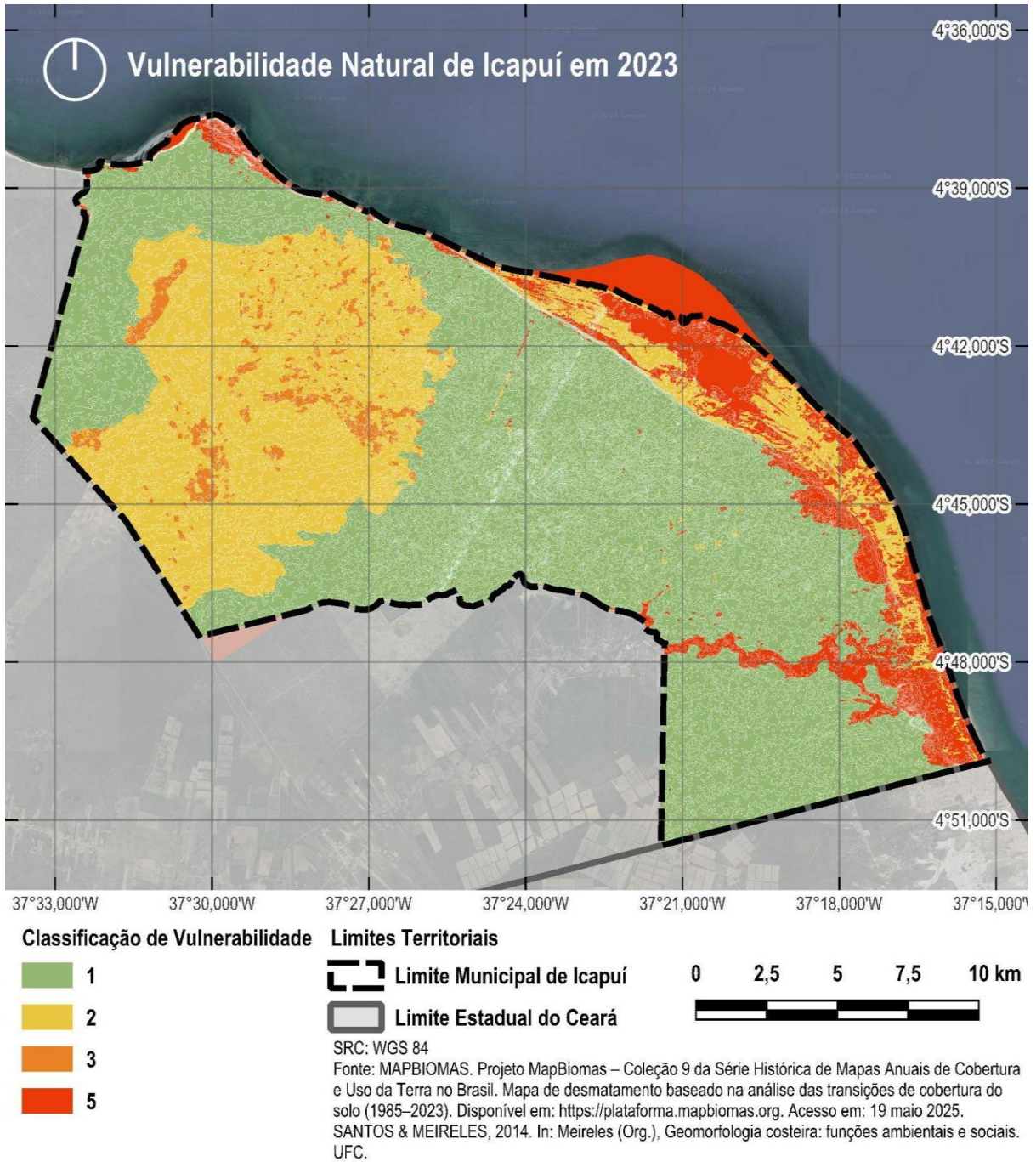
Tabela 7 – Classificação de declividade

<b>Declividade (%)</b>	<b>Classificação de risco</b>
0-3%	1
3-8%	2
8-20%	3
20-45%	4
45-100%	5

Fonte: Elaboração própria, baseada em Santos (2018).

Após a classificação dos três mapas, as respectivas categorias tiveram suas informações sobrepostas e integradas, permitindo uma avaliação conjunta do risco, ao qual o território está exposto. Essa abordagem possibilitou a identificação de áreas prioritárias para intervenção, e a classificação de vulnerabilidade foi definida pela média das classes anteriores, com exceção dos casos em que havia a presença da classe 5 que, independentemente dos demais fatores, manteve-se no nível máximo de vulnerabilidade.

Figura 42 – Mapa de vulnerabilidade natural de Icapuí em 2023



Fonte: Elaboração própria, baseada em Meireles e Santos (2011) e MapBiomias (2023).

### 3.3 Expansão e desenvolvimento urbano

O direcionamento do espaço urbano envolve uma análise crítica das práticas de apropriação do território. Nesse contexto, a produção do espaço sem o direcionamento de um planejamento urbano formal, ou seja, por meio da autogestão do espaço de forma coletiva, evidencia uma assimetria de poder entre os moradores e os agentes políticos (Milagres, 2016)

e (Nascimento; Oliveira, 2019). A construção de cidades democráticas depende diretamente da capacidade de discussão e participação ativa da sociedade nos processos de produção do espaço. Assim, a homogeneidade autogestora de ocupação do território funciona como elemento disseminador para a ocupação de áreas de risco e destruição da paisagem natural, promovendo um desenvolvimento urbano insustentável. Mesmo assim, como visto anteriormente, políticas de ocupação rígidas funcionam como disseminadores.

Logo, o equilíbrio entre os agentes urbanos é necessário para a consolidação de políticas urbanas de expansão efetivas. Dessa forma, a definição dos territórios urbanos para o desenvolvimento não pode seguir lógicas excludentes da realidade socioespacial existente, independentemente da ausência de um planejamento urbano ordenado prévio. A expansão do espaço urbano é, antes de tudo, um reflexo da disputa de poderes dos agentes envolvidos na produção do espaço. Para Scherer (1995), o planejamento leva em consideração três fatores: “intencionalidade, projeção para o futuro e um nível mínimo de concatenação lógica e articulação de procedimentos para sua implementação” (Scherer, 1995, p.71).

A ausência de um planejamento ordenado não justifica práticas de expansão incoerentes das necessidades reais da sua população. Por esse motivo, esta pesquisa considerou, como um fator essencial para a efetividade de uma política urbana ligada à mitigação de desastres sicionaturais, a realização de um estudo espaço-temporal, a fim de identificar as áreas de expansão existentes no território, os padrões de dinâmicas urbanas e a análise das vulnerabilidades presentes associadas a esses processos.

A distinção conceitual entre expansão e desenvolvimento urbano, embora possam ser relacionados, possibilita uma compreensão mais precisa dos processos de crescimento e ordenação territorial. A expansão urbana refere-se ao aumento do perímetro urbano por meio de novas áreas ao espaço da cidade que caracteriza a estruturação interna de uma cidade e áreas com valorização fundiária (Lima; Lopes; Façanha, 2019). Já o desenvolvimento urbano diz respeito à qualificação do espaço desvinculada unicamente de uma perspectiva de crescimento, considerando aspectos humanos, econômicos e sociais (Dias; Pereira; Guerra, 2024). Logo, pode-se afirmar que a identificação de áreas de expansão, de forma isolada, caracteriza apenas o estado atual da cidade.

Para promover uma democratização do espaço, é preciso ir além tornando necessário compreender as dinâmicas urbanas em relação às necessidades de infraestrutura existentes, a fim de orientar intervenções que possibilitem um desenvolvimento urbano sustentável. Devido à ausência de monitoramento contínuo do crescimento urbano e à escassez de registros sistematizados sobre a dinâmica territorial oficiais, tornou-se necessário adotar uma

metodologia de análise espaço-temporal para suprir essas lacunas.

Inicialmente, foi selecionada a plataforma MapBiomass<sup>5</sup> (2023), reconhecida por sua base de dados sistematizada e consolidada, que possibilita um recorte espaço-temporal de imagens de satélite para investigar mudanças na ocupação do solo. Com isso, foi possível observar as tendências de expansão, identificar as áreas críticas e subsidiar a análise comparativa entre o crescimento urbano e as condições infraestruturais existentes.

Figura 43 – Mapa de setores de estudo

---

<sup>5</sup>Projeto colaborativo que realiza o mapeamento anual da cobertura e uso de terra no Brasil.

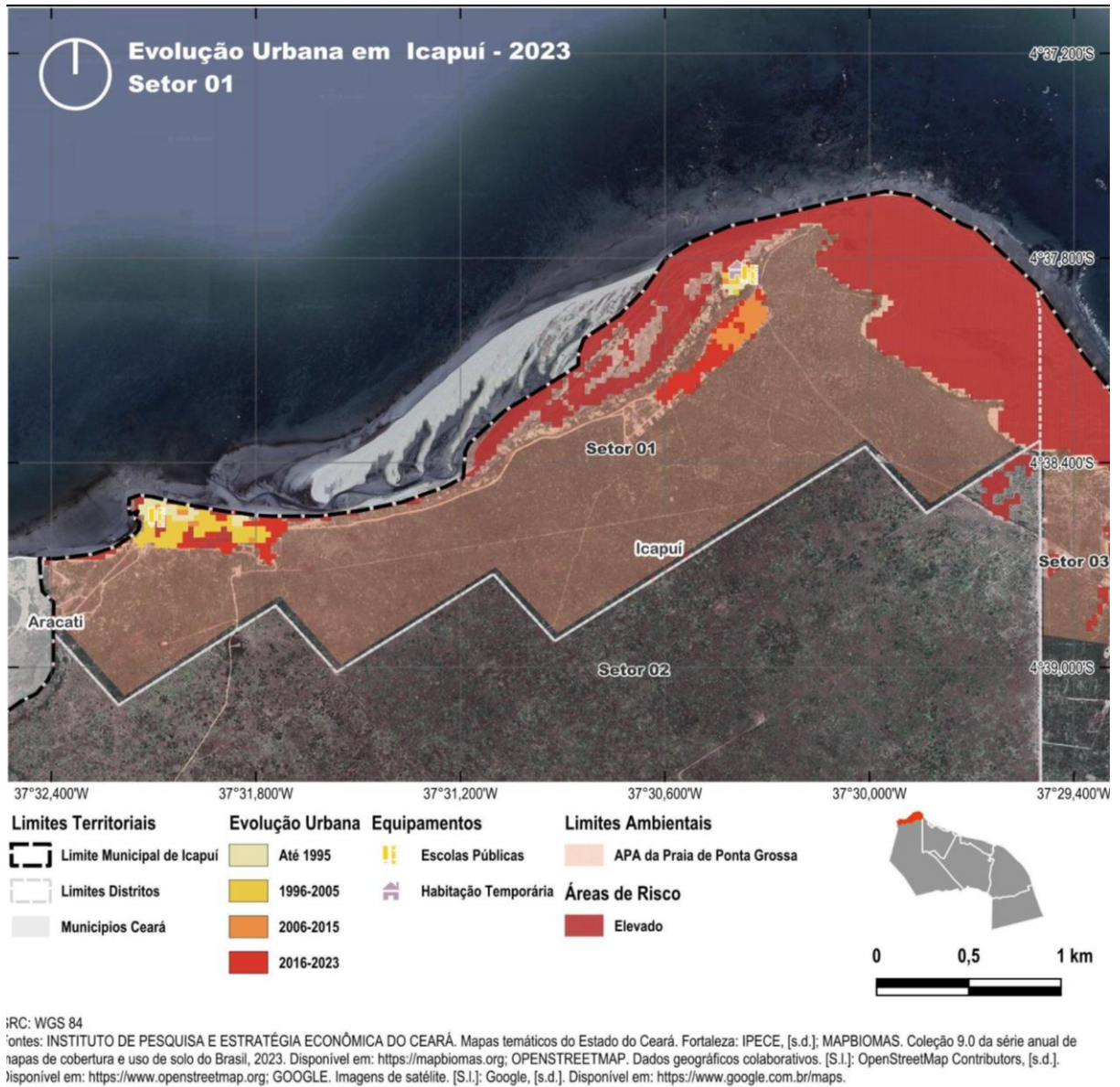


Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024) e Google Satélite (2024).

Para avaliar a evolução urbana em relação às condições de vulnerabilidade, foram realizadas sobreposições temáticas no ambiente SIG, combinando diferentes camadas de informação. As áreas de risco médio e elevado identificadas na análise da vulnerabilidade natural foram confrontadas com a expansão do tecido urbano, os equipamentos públicos existentes e as rodovias pavimentadas.

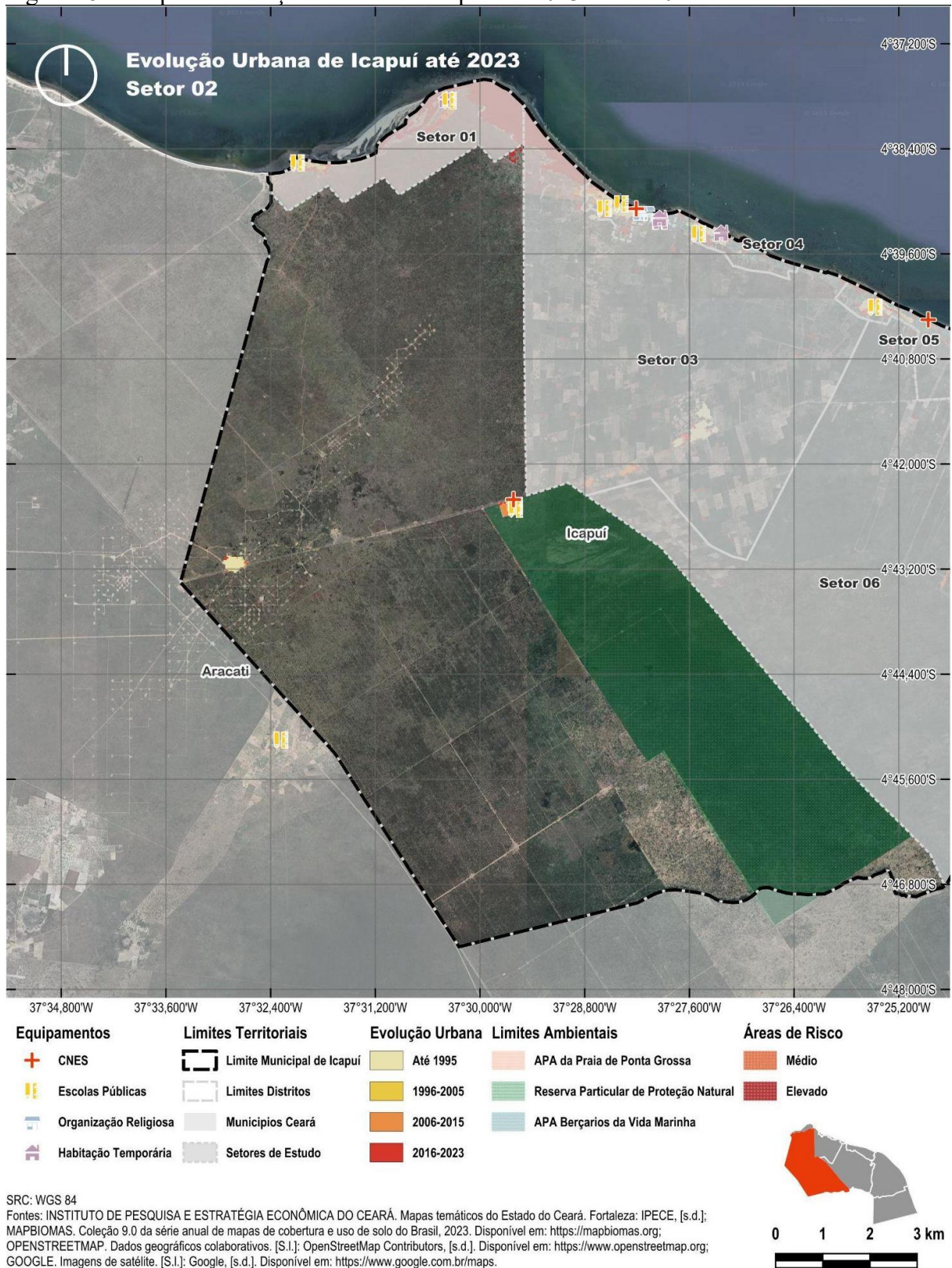
Essa abordagem permitiu identificar zonas de crescimento urbano direcionadas a áreas ambientalmente sensíveis, bem como desigualdades no acesso à infraestrutura e aos serviços básicos. A sobreposição dessas variáveis evidenciou padrões de ocupação, possibilitando identificar áreas de expansão e zonas de ocupação consolidadas.

Figura 44 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 01



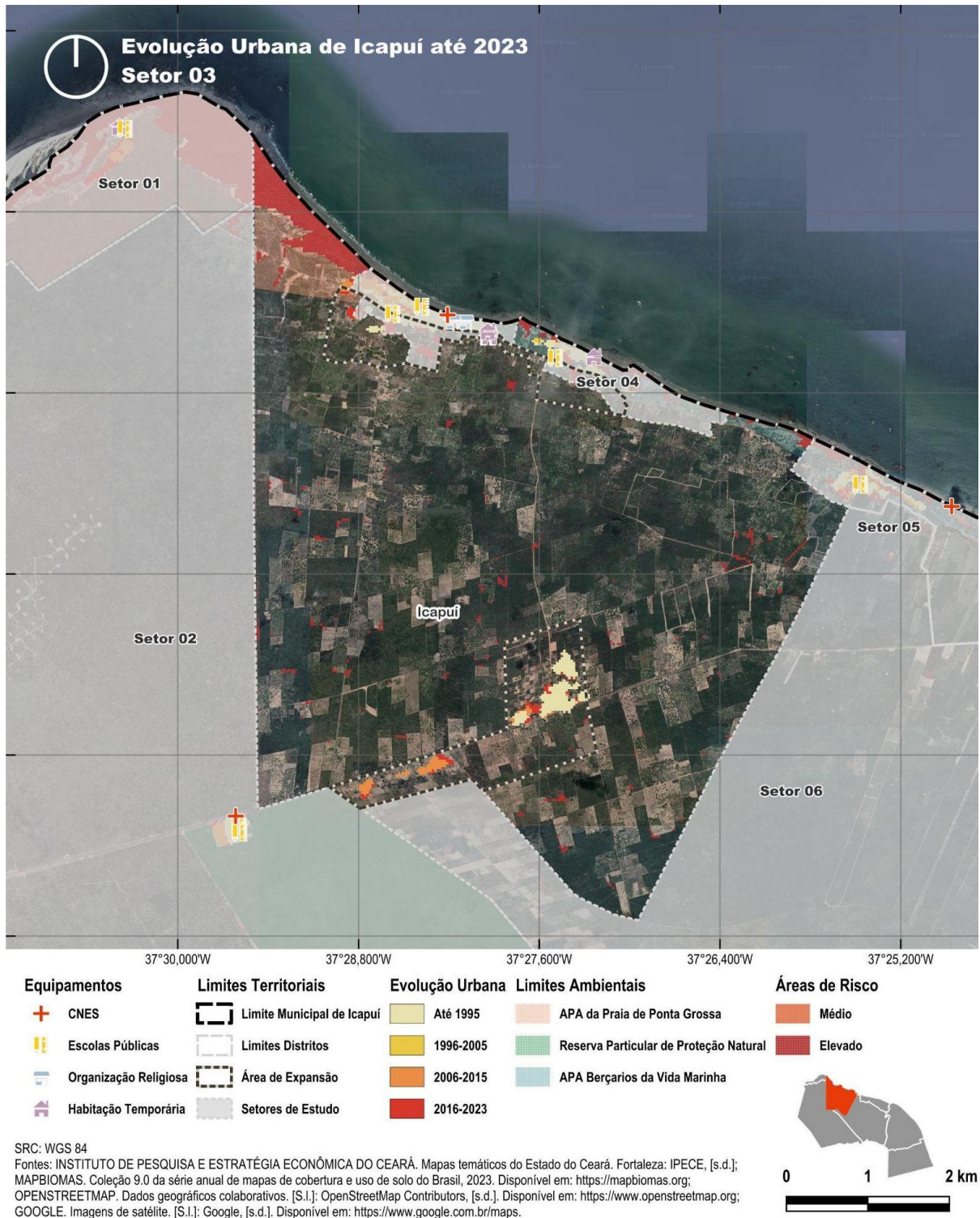
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 45 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 02



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

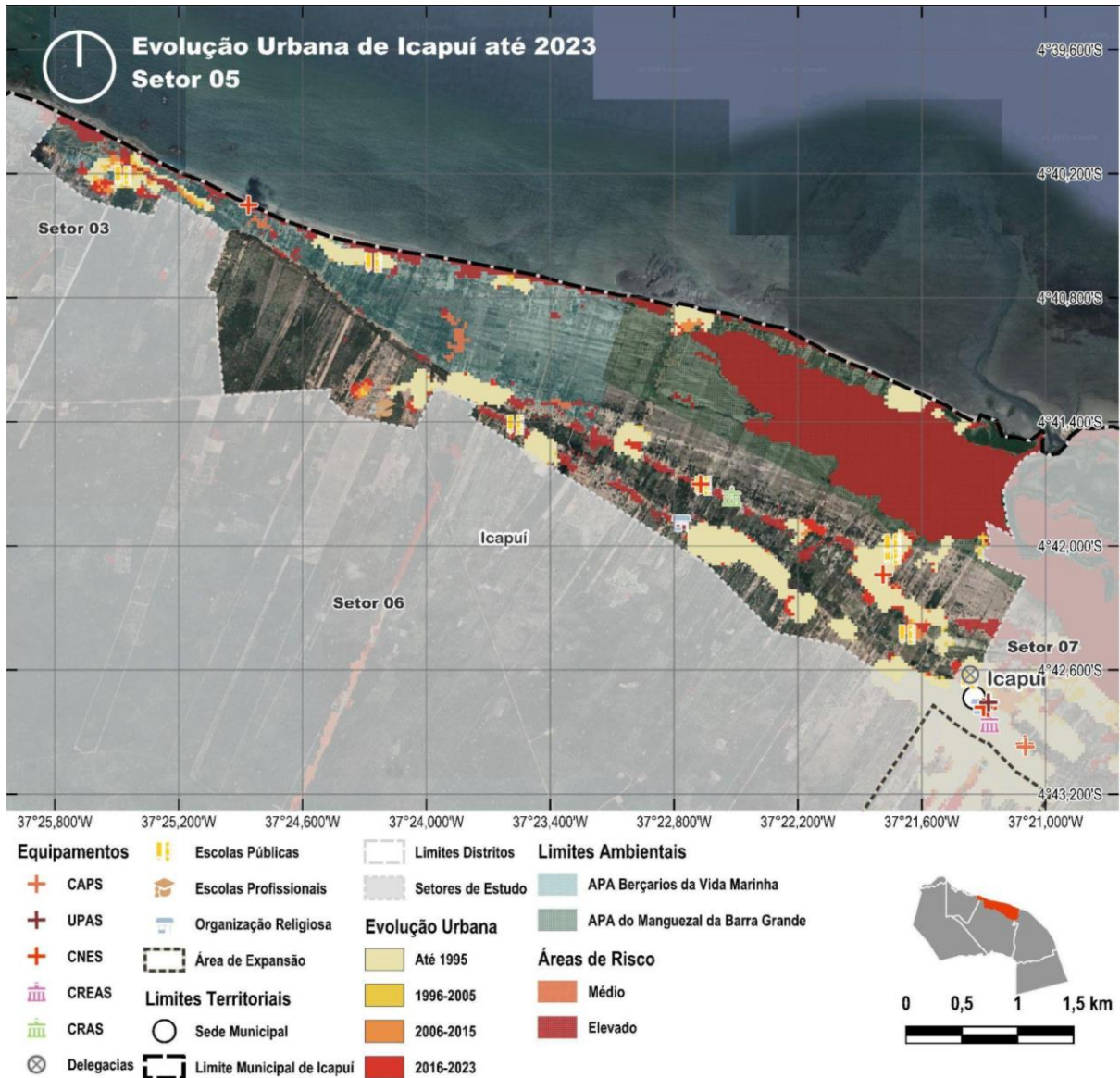
Figura 46 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 03



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).



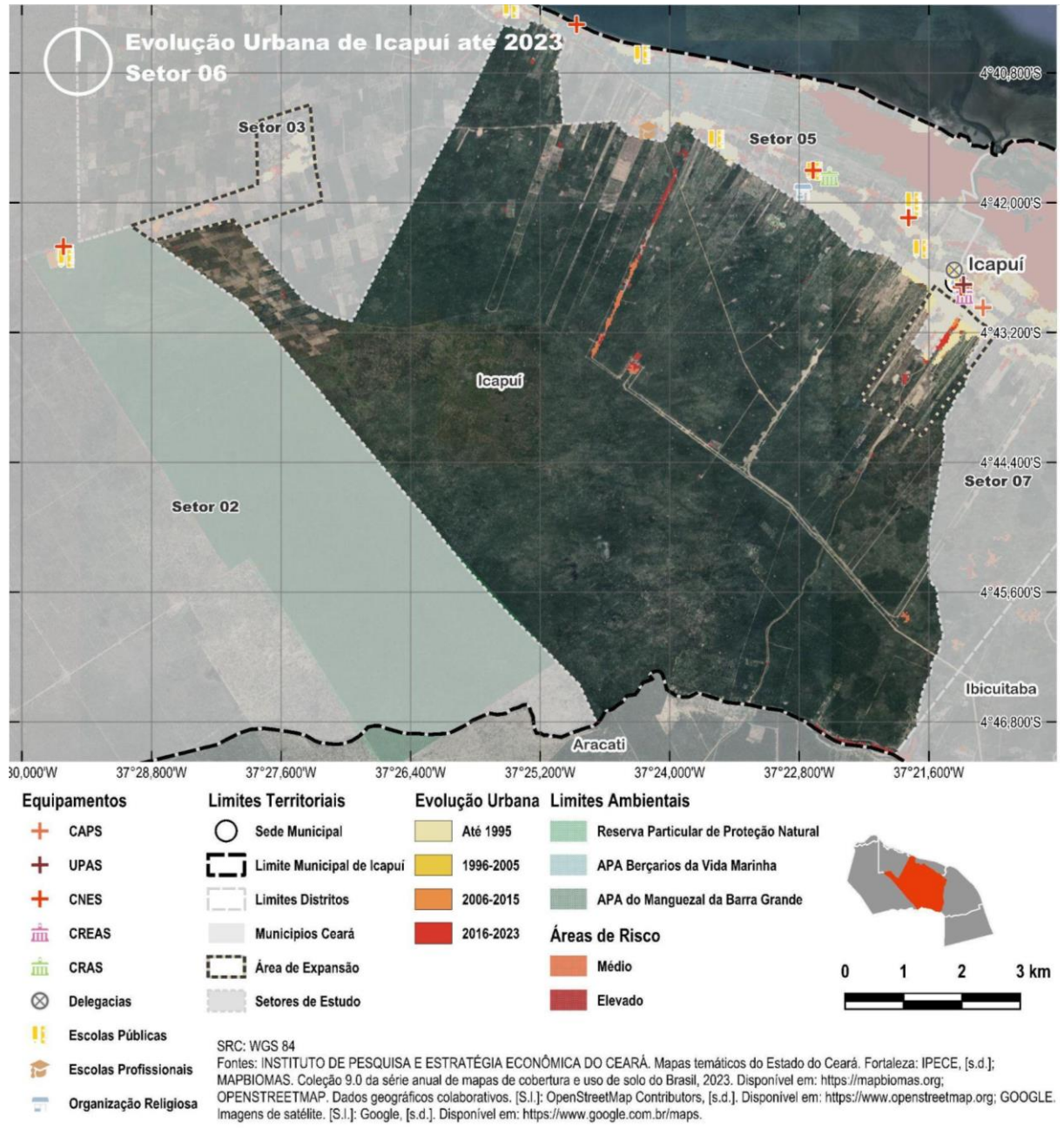
Figura 48 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 05



SRC: WGS 84  
 Fontes: INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Mapas temáticos do Estado do Ceará. Fortaleza: IPECE, [s.d.]; MAPBIOMAS. Coleção 9.0 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>; OPENSTREETMAP. Dados geográficos colaborativos. [S.l.]; OpenStreetMap Contributors, [s.d.]. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>; GOOGLE. Imagens de satélite. [S.l.]; Google, [s.d.]. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>.

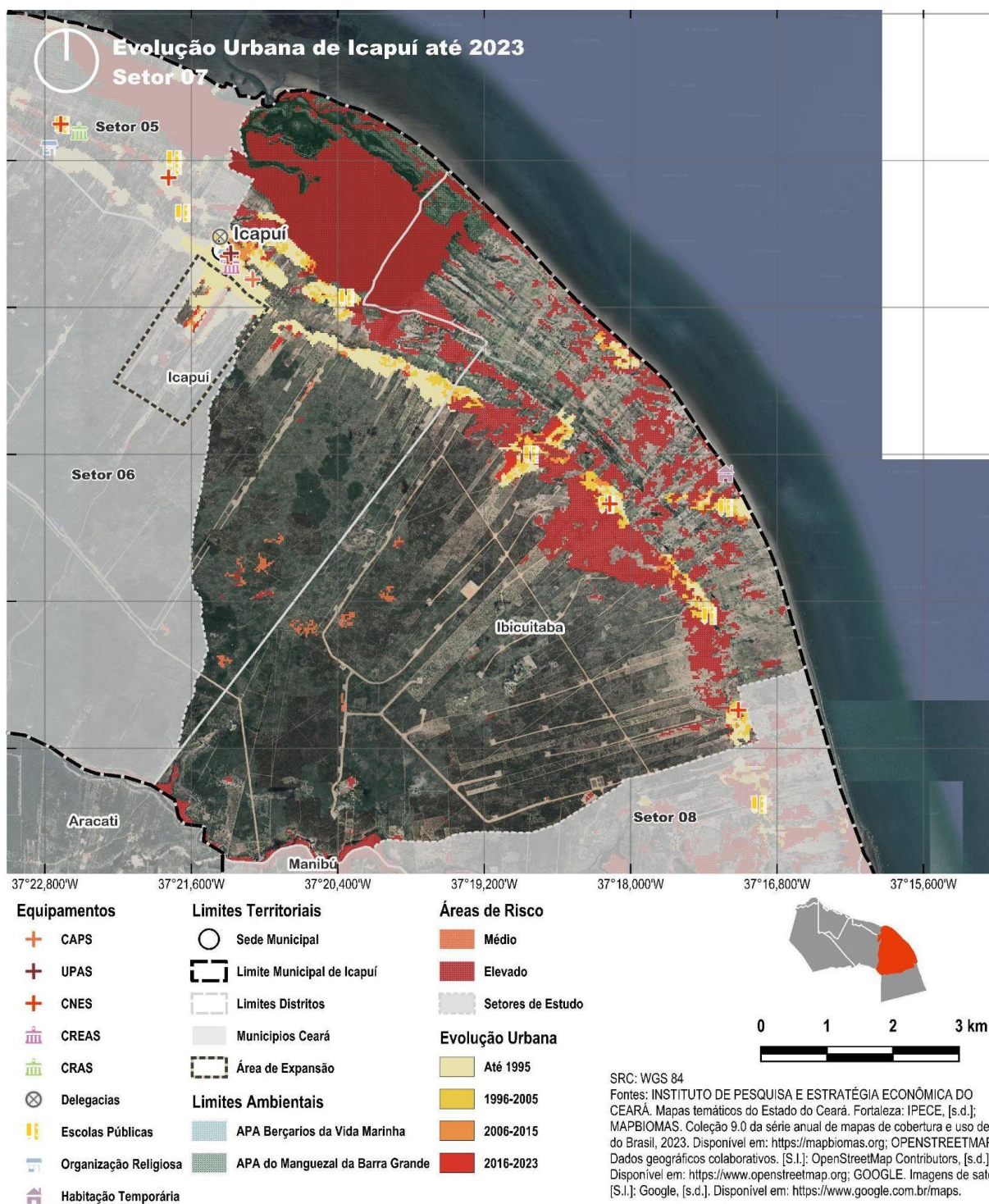
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 49 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 06



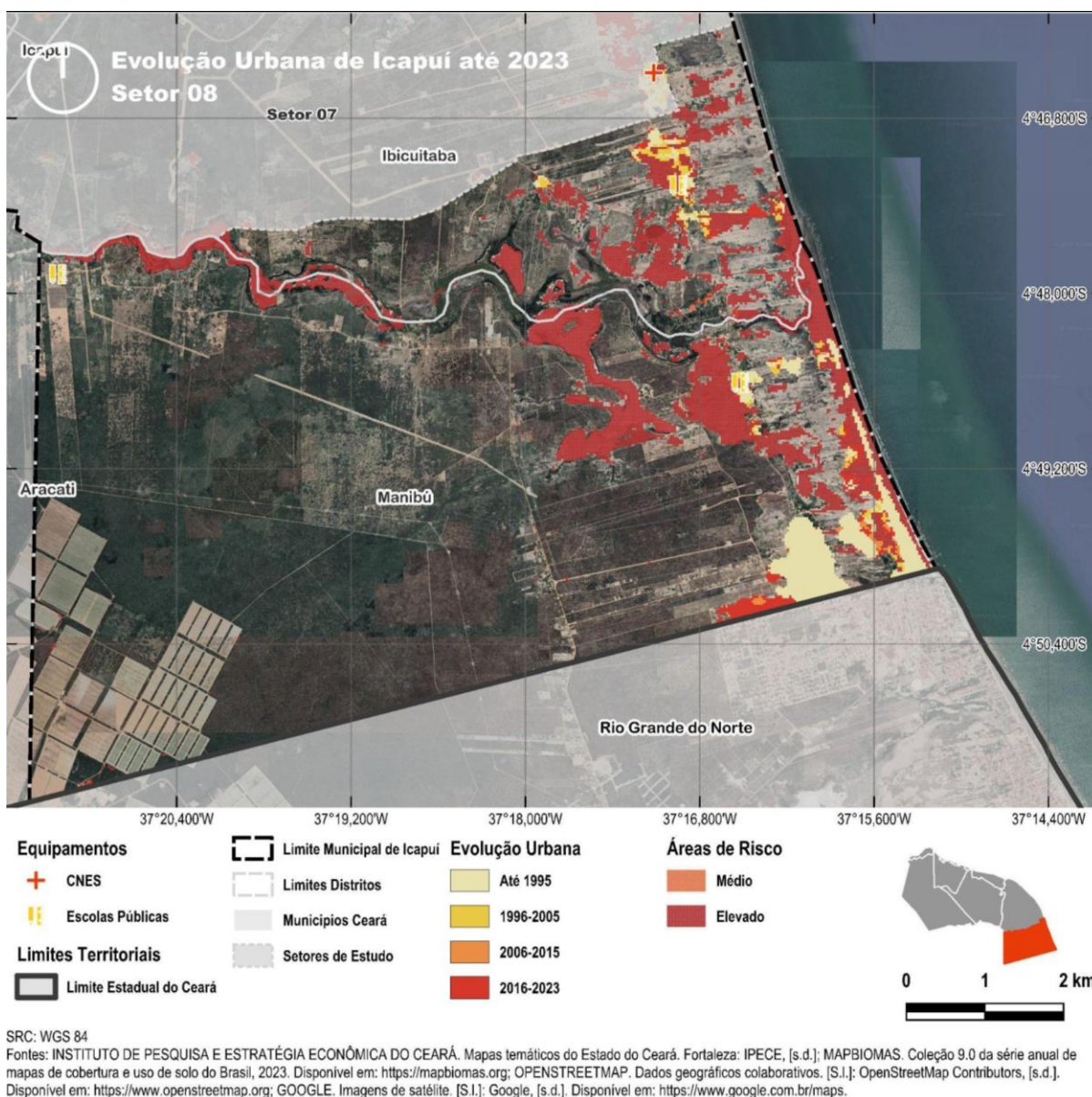
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 50 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 07



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 51 – Mapa de evolução urbana em Icapuí até 2023 – setor 08



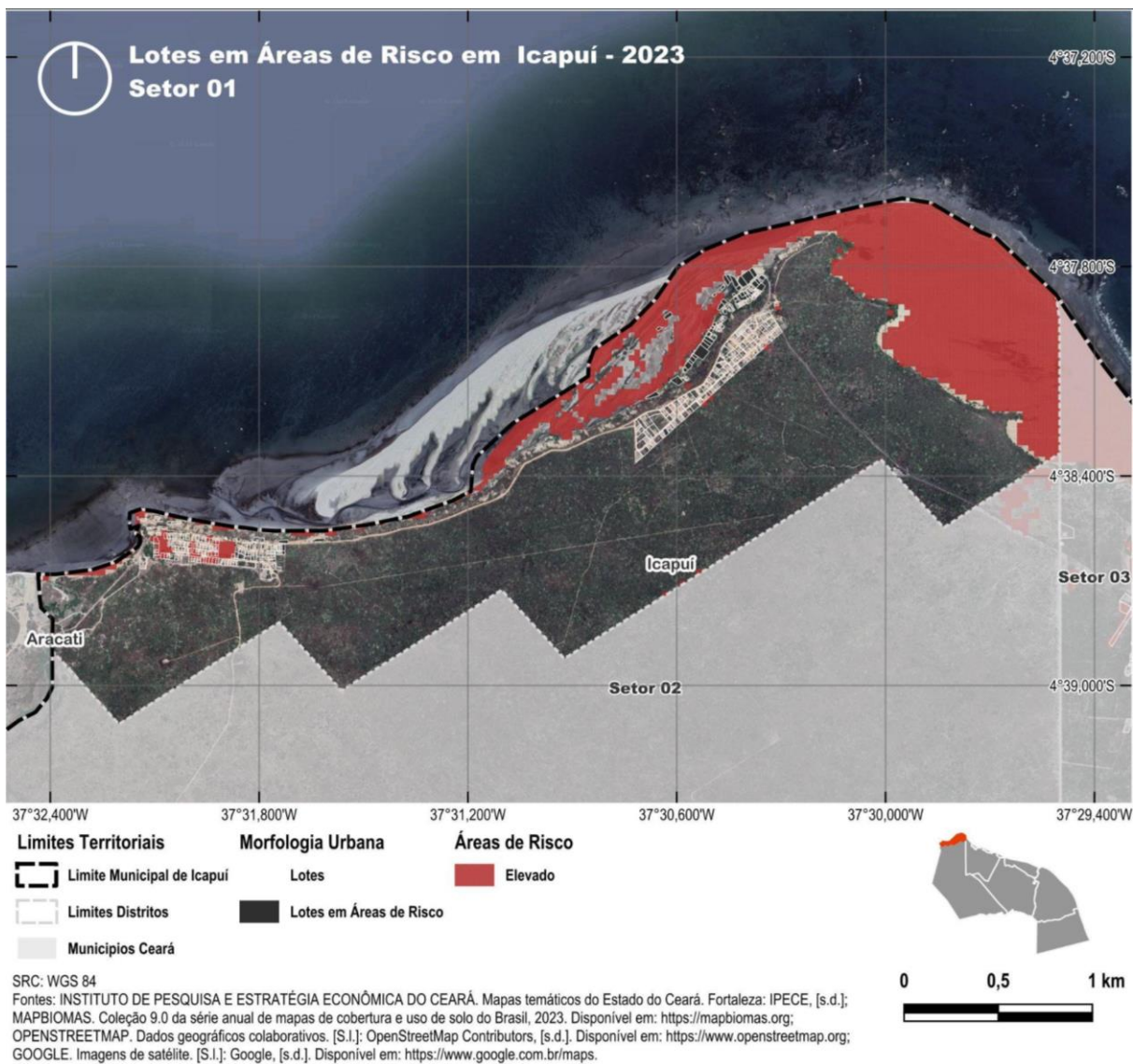
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Além das análises baseadas a partir do MapBiomias (2023), incorporou-se à metodologia a camada de lotes desenvolvida para o Plano Diretor de Icapuí e elaborada a partir da identificação de padrões de ocupação por meio de imagens de satélite. Essa base, embora não oficial, forneceu uma representação espacial detalhada da malha urbana em setores específicos do município.

Ao sobrepor essa camada às áreas classificadas como de risco elevado, foi possível identificar os lotes diretamente expostos a condições ambientais críticas, gerando uma visualização setorial da vulnerabilidade urbana. Essa etapa contribuiu para refinar a

análise espacial, permitindo estimar o número de ocupações potencialmente vulneráveis e orientar, com maior precisão, ações de planejamento e ordenamento territorial.

Figura 52 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 01



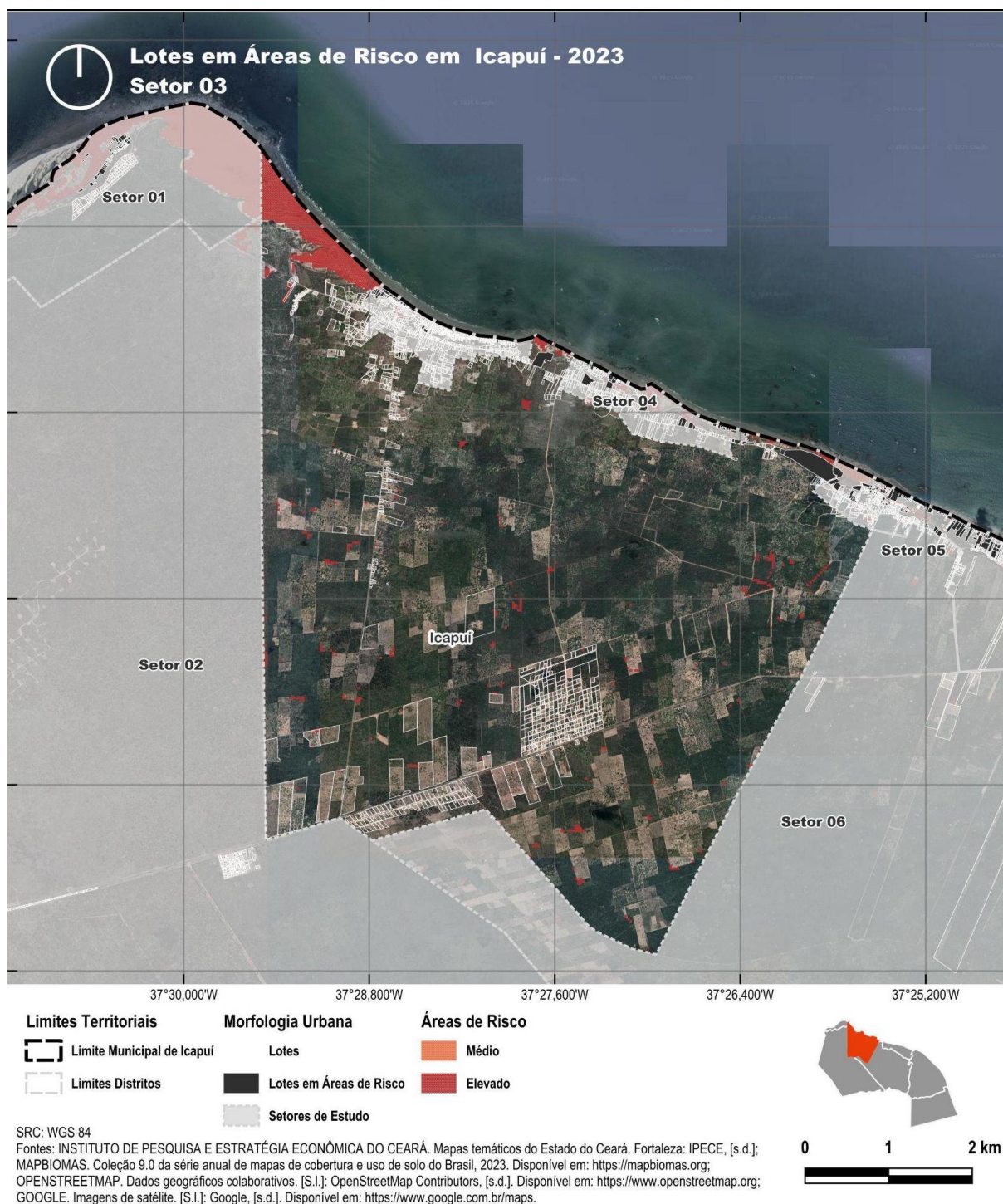
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 53 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 02



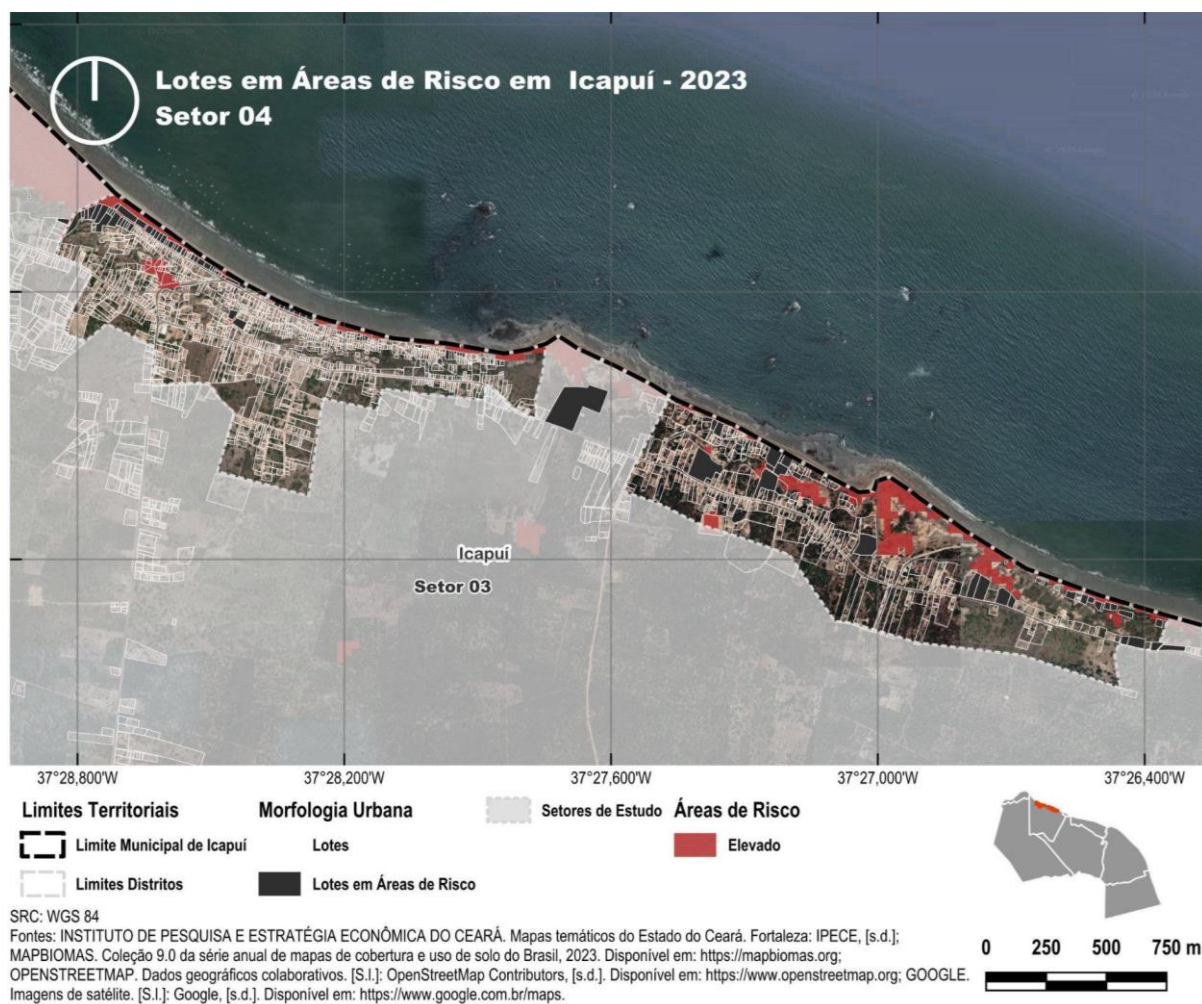
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 54 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 03



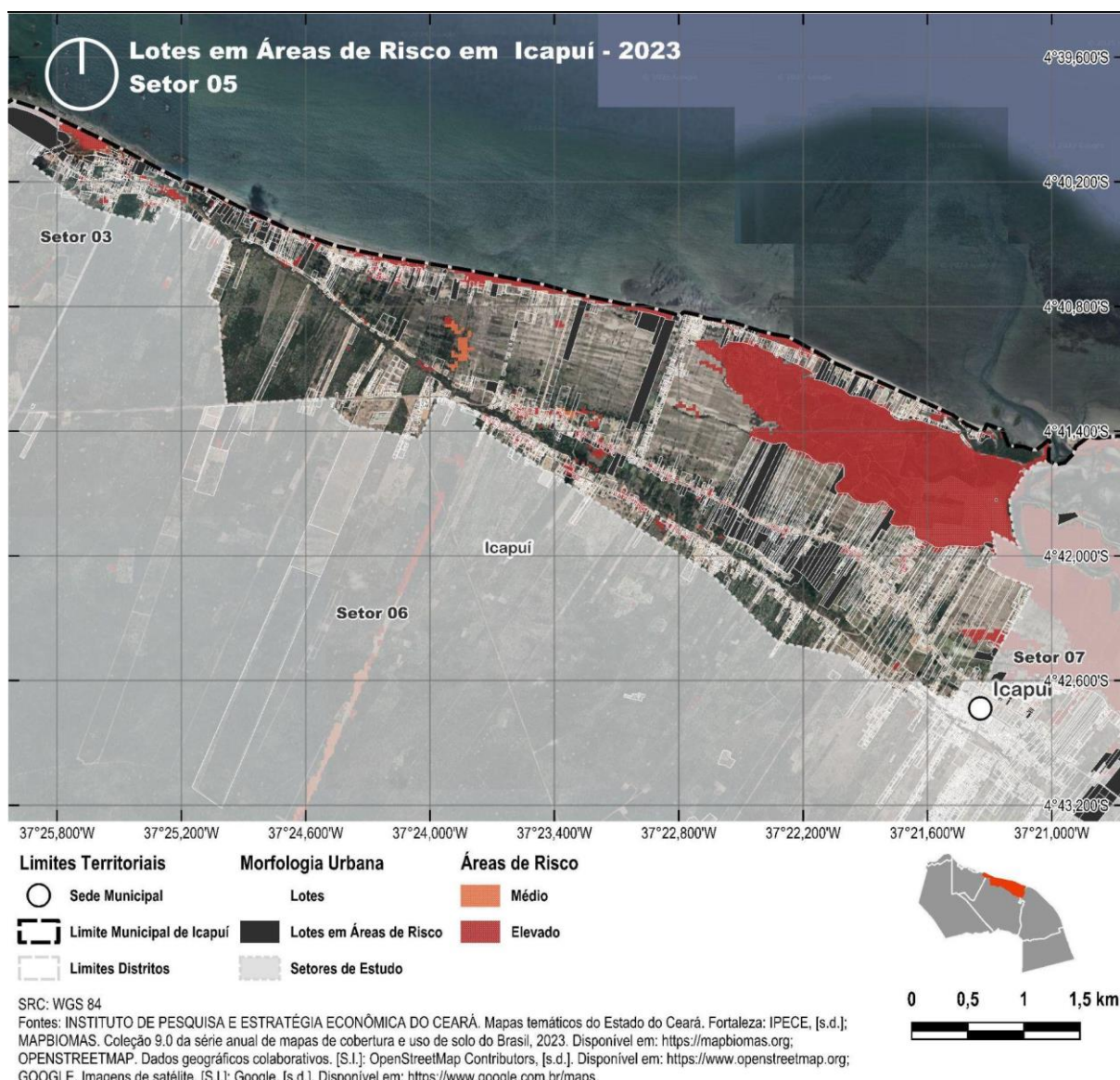
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 55 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 04



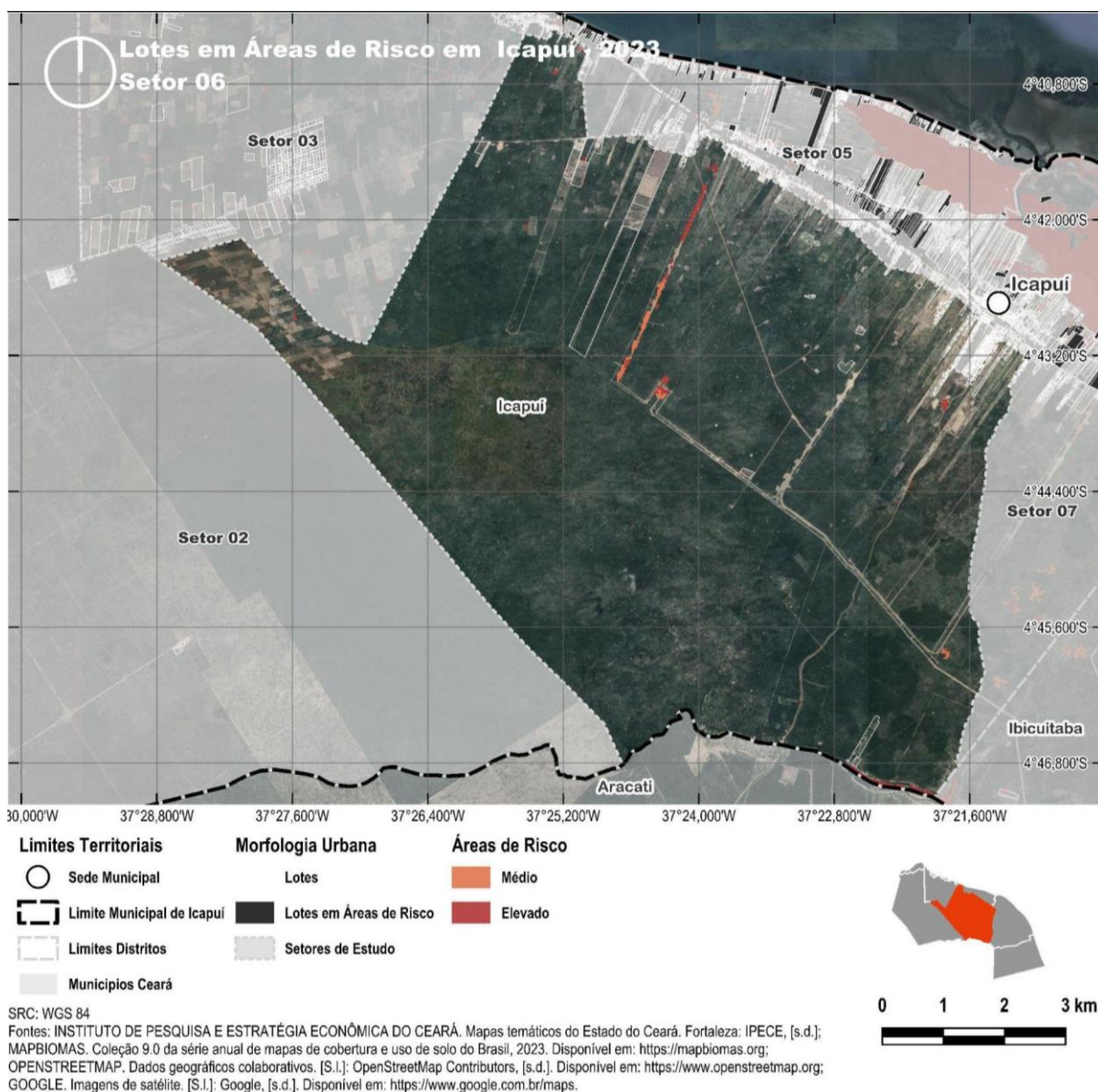
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 56 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 05



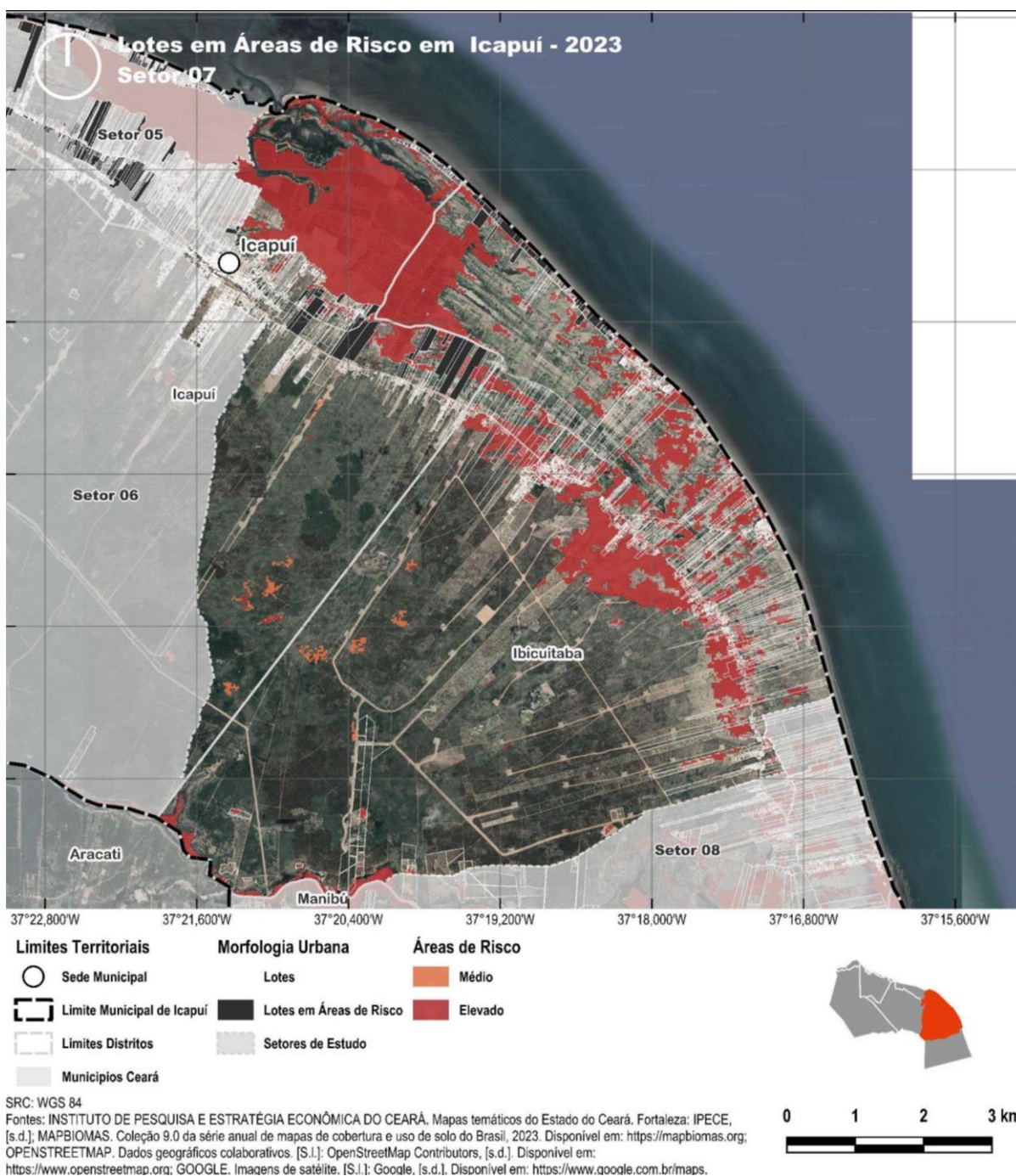
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 57 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 06



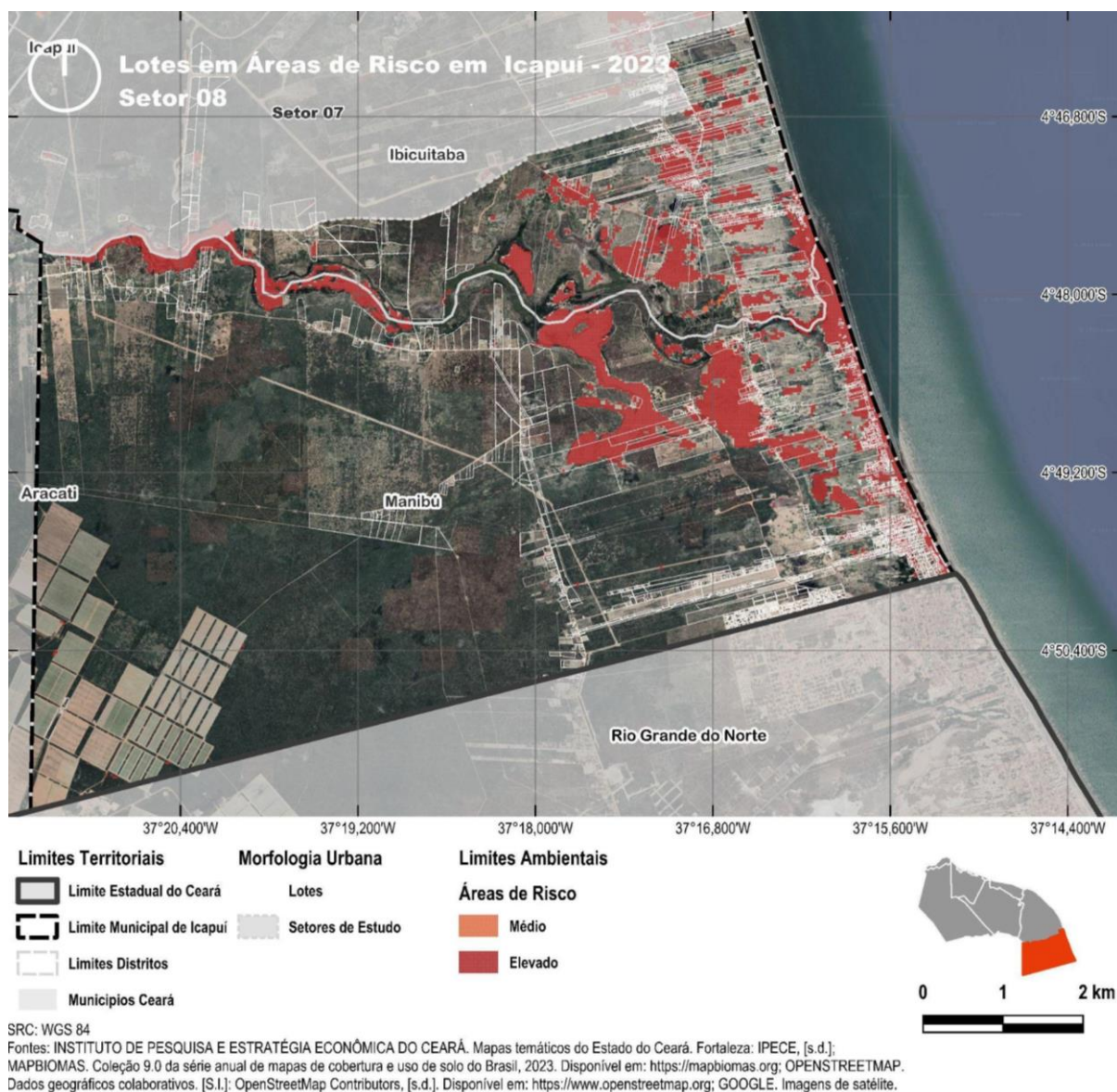
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 58 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 07



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

Figura 59 – Mapa de lotes de Icapuí em áreas de risco em 2023 – setor 08

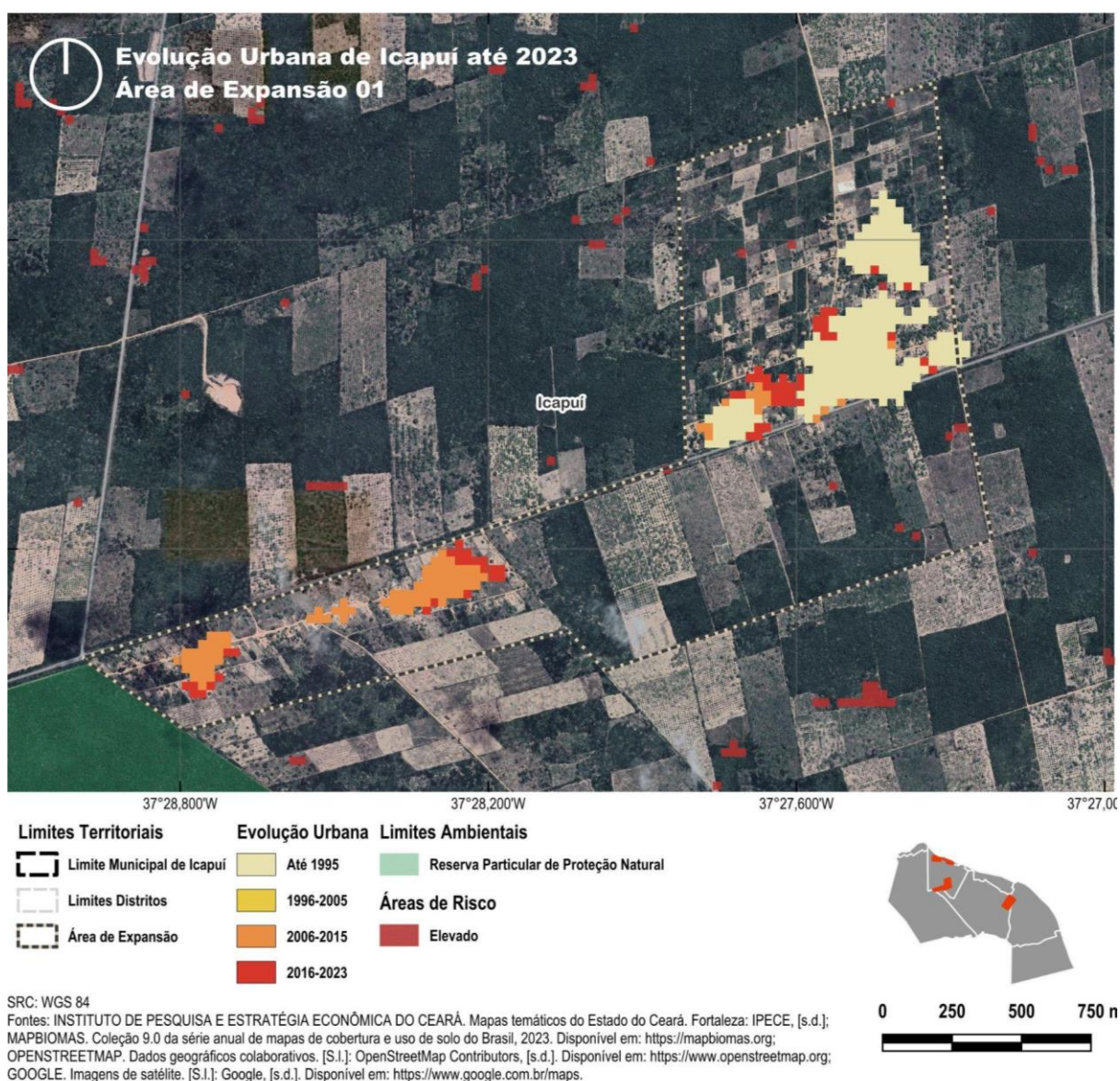


Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomias (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

A partir da análise espacial integrada, foram identificadas três zonas principais de expansão urbana em Icapuí. Essas áreas foram objeto de análises aprofundadas nos capítulos subsequentes, onde foram avaliadas suas características específicas, os riscos associados, a infraestrutura disponível e os impactos potenciais sobre a vulnerabilidade socioambiental local. O detalhamento dessas zonas permitirá compreender melhor as dinâmicas territoriais em curso e subsidiar as recomendações direcionadas ao planejamento urbano e à gestão de riscos no município.

A Área de Expansão 1 foi selecionada por apresentar uma área habitada antiga e consolidada, e simultaneamente registrado recentemente um crescimento recente direção a outra comunidade rural próxima. Por estar localizada nas proximidades do antigo lixão de Icapuí e identificada com uma das áreas mais seguras área mais segura em termos de características naturais, sua análise evidencia a ambivalência existente entre resiliência, desenvolvimento urbano e a relação com áreas de risco socioambiental. Essa complexidade torna o território particularmente relevante para compreender os desafios da expansão urbana em contextos de vulnerabilidade.

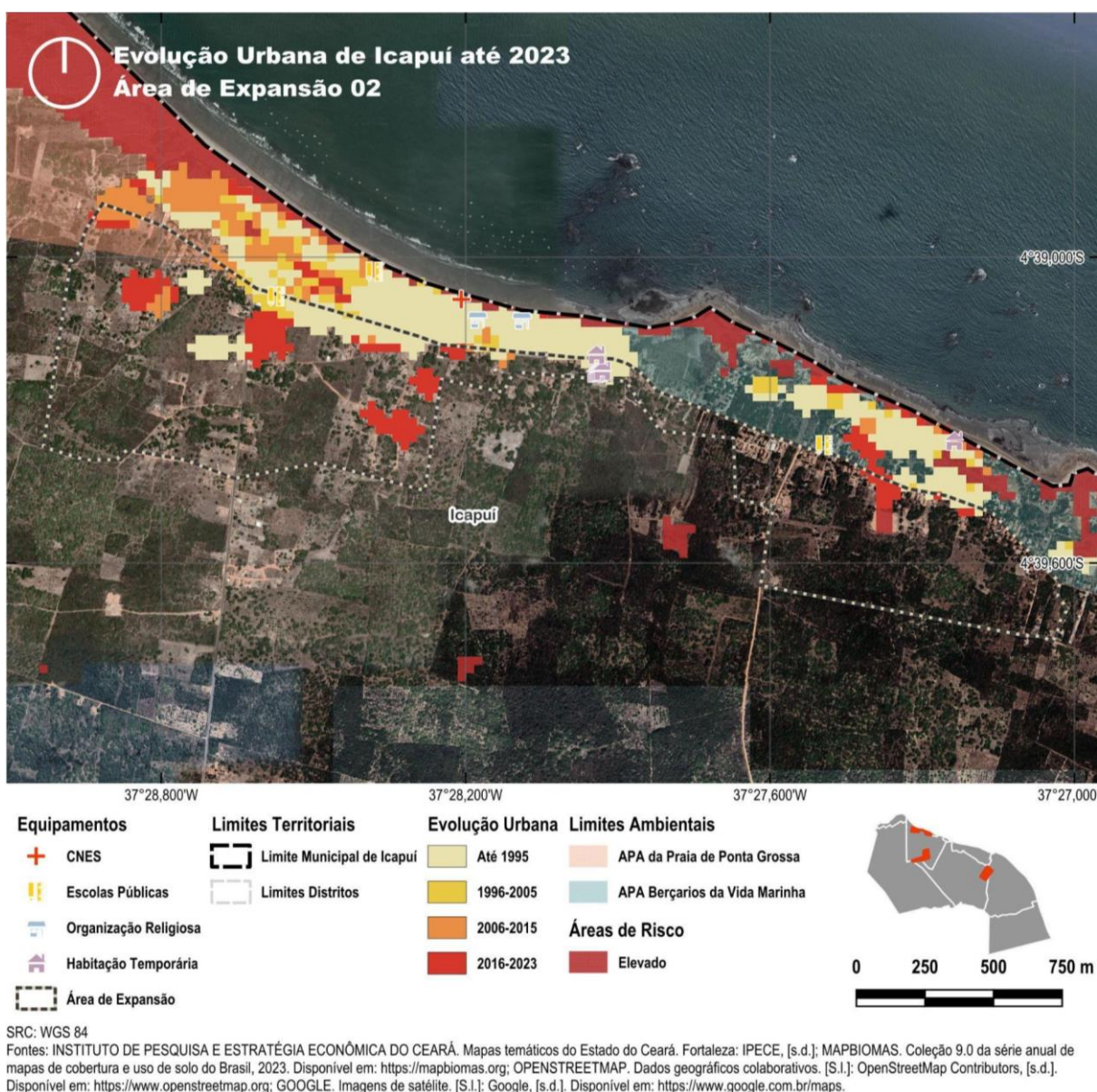
Figura 60 – Mapa de delimitação de área de expansão 1



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

A Área de Expansão 2 foi selecionada por estar situada na zona mais turística do município, uma das principais fontes econômica local e marcada por um crescimento recente. Sua análise permite discutir a necessidade de equilíbrio entre o turismo ambientalmente sensível e o desenvolvimento urbano, sobretudo em um contexto que envolve dinâmicas atípicas tanto de vilas de pescadores quanto de casas de veraneio.

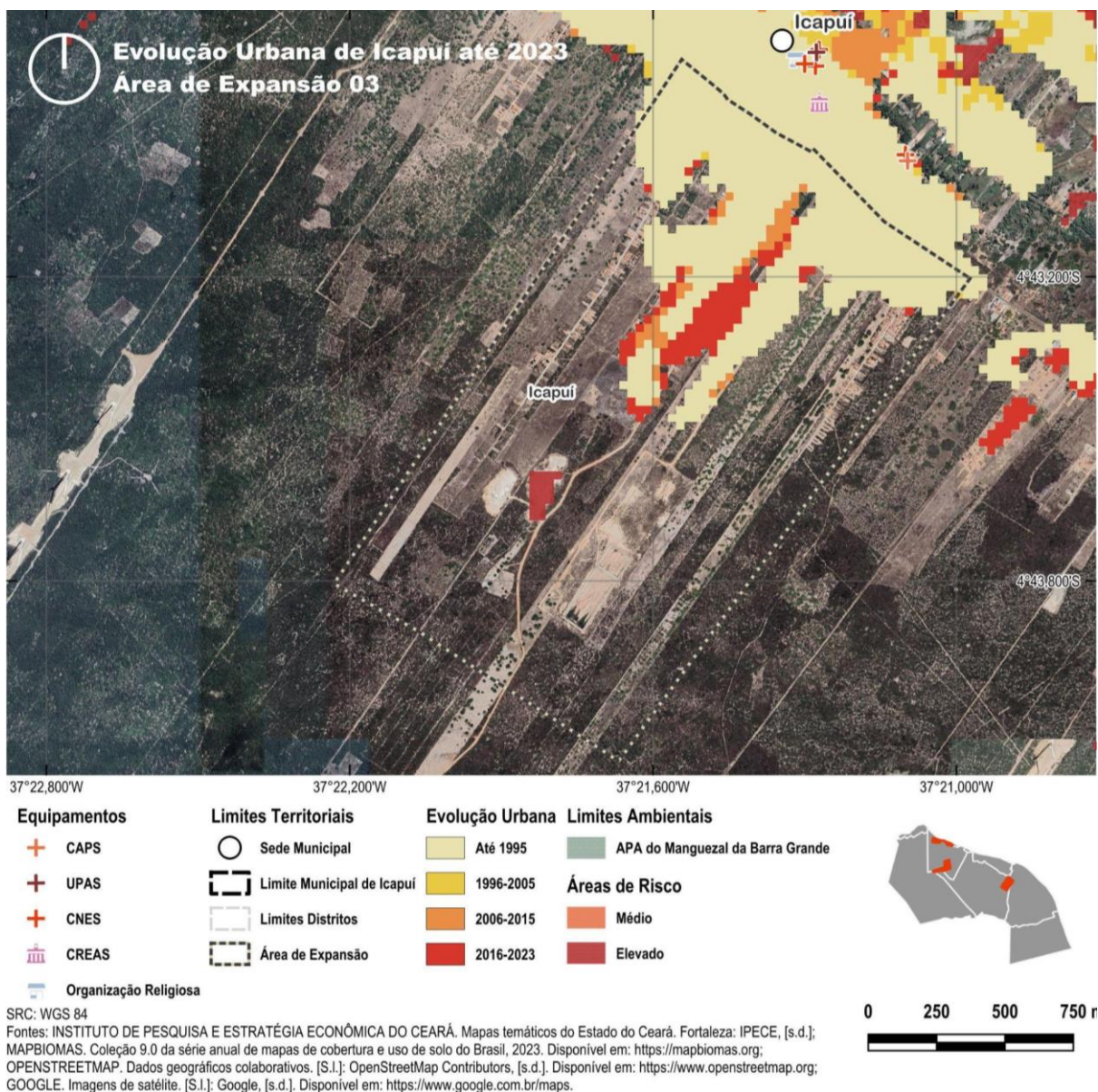
Figura 61 – Mapa de delimitação de área de expansão 2



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

A Área de Expansão 3 foi selecionada devido à sua proximidade com a sede municipal, ao crescimento urbano recente e à presença de lotes situados em áreas de risco no entorno. Além disso, concentra a maior parte dos equipamentos urbanos do município, o que reforça sua relevância estratégica para compreender a dinâmica de expansão e os desafios associados à ocupação de zonas vulneráveis. Essa combinação de fatores torna a área fundamental para avaliar como o desenvolvimento urbano pode intensificar ou mitigar situações de risco socioambiental.

Figura 62 – Mapa de delimitação de área de expansão 3



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), MapBiomas (2023, Google Satélite (2024) e OpenStreetMap (2025).

### 3.4 Índice-base para avaliação de vulnerabilidade a desastres

O primeiro passo para a construção do índice de vulnerabilidade foi a análise crítica dos indicadores presentes nos índices-base selecionados, com o objetivo de verificar sua validação teórica e aplicabilidade no contexto da pesquisa. Essa etapa permitiu compreender a função social de cada indicador, ou seja, sua capacidade de representar aspectos estruturais e dinâmicos da vulnerabilidade urbana e ambiental. A partir dessa análise, foi possível selecionar e adaptar os indicadores mais pertinentes à realidade local de Icapuí, respeitando suas especificidades territoriais, sociais e institucionais, e garantindo maior coerência metodológica à proposta desenvolvida.

Diante da análise crítica realizada anteriormente, a adaptação dos indicadores baseou-se em sua função social, na coerência com a escala local de aplicação e na disponibilidade de dados oficiais. Esse processo implicou tanto no descarte de variáveis quanto na fusão de indicadores com sobreposição de significados ou representações similares. Com isso, foi possível garantir a partir dessa reestruturação que cada variável mantida contribuísse efetivamente para a compreensão da vulnerabilidade no contexto urbano e ambiental do município, evitando as redundâncias e reforçando a consistência do índice proposto.

Tabela 8 – Adaptação de variáveis do BRIC para o estudo de caso

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Função social</b>	<b>Variável adaptada ao estudo de caso</b>
<b>Resiliência social</b>				
Nível educacional	% da população acima de 25 anos com Educação Superior ou mais	Norris et al. (2008); Morrow (2008)	Capacidade da população de acessar, compreender e aplicar informações críticas	% da população com mais de 18 anos com Ensino Fundamental completo
Idade pré-aposentadoria	% da população entre 15 e 65 anos de idade	Morrow (2008)	Força de trabalho ativa, facilidade de recuperação econômica e física	% da população entre 15 e 65 anos de idade
Acesso ao transporte	% de domicílios com pelo menos um veículo	Tierney (2009)	Capacidade de evacuação autônoma	% de veículos registrados por população total (população total do IBGE com ajuste do crescimento anual de cada ano pós-Censo)
Capacidade de comunicação	% de domicílios com serviço de telefone disponível	Colten et al. (2008)	Acesso rápido à informação	% de domicílios de Icapuí com acesso à internet

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Função social</b>	<b>Variável adaptada ao estudo de caso</b>
Competência em inglês	% da população proficiente em inglês	Morrow (2008)	Reflete a capacidade de compreender instruções oficiais e de se integrar a redes sociais e institucionais	% da população alfabetizada
Necessidades especiais	% da população sem deficiência sensorial, física ou mental	Morrow (2008)	Autonomia de resposta a desastres	Porcentagem equivalente à quantidade de cidadãos ativos no cadastro que informaram alguma deficiência pela quantidade total de cidadãos ativos no cadastro
Seguro de saúde	% da população com menos de 65 anos com seguro de saúde	Heinz Center (2002)	Capacidade de acesso a serviços ligados à saúde	Quantidade de estabelecimentos de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) por quantidade de setores censitários
<b>Resiliência econômica</b>				
Propriedade de casa	% de unidades habitacionais ocupadas por proprietários	Norris et al. (2008); Cutter et al. (2008)	Estabilidade residencial	Quantidade de domicílios particulares ocupados por proprietários.
Taxa de emprego	% da força de trabalho empregada	Tierney et al. (2001)	Estabilidade econômica	% da força de trabalho empregada
Igualdade de renda raça/etnia	Coefficiente de Gini (invertido)	Norris et al. (2008)	Grau de equidade na distribuição de renda	Coefficiente de Gini (invertido)
Não dependência dos setores primários/turismo	% de funcionários não em agricultura, pesca, silvicultura, indústria extrativa ou turismo	Berke e Campanella (2006); Adger (2000)	Diversificação econômica e resiliência ocupacional	Porcentagem equivalente à quantidade de empregos ligados a funcionários não em agricultura, pesca, silvicultura, indústria extrativa ou turismo cidadãos pela quantidade de cidadãos ativos no cadastro (valor invertido)
Igualdade de renda de gênero	% da diferença absoluta entre a renda mediana de homens e mulheres dividida pela renda anual (invertida)	NRC (2006)	Equidade de gênero econômica	% da diferença absoluta entre a renda mediana de homens e mulheres dividida pela renda anual (invertida)
Tamanho do comércio	Proporção entre estabelecimentos comerciais de grande e pequeno porte	Norris et al. (2008)	Diversidade econômica e autonomia local	% de comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas por número de empresas e outras organizações atuantes (invertida)
Acesso à saúde	Número de médicos por 10.000 habitantes	Norris et al. (2008)	Capacidade do sistema de saúde local lidar com emergências	Número de médicos por 10.000 habitantes
<b>Resiliência institucional</b>				

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Função social</b>	<b>Variável adaptada ao estudo de caso</b>
Mitigação	Média <i>per capita</i> de gastos para projetos de mitigação nos últimos 10 anos	Burby et al. (2000); Godschalk (2007)	Comprometimento do poder público com a mitigação de desastres	Presença de Plano Municipal de Gestão de Desastres Naturais
Cobertura de seguro contra inundações	% de unidades habitacionais cobertas pelo Programa Nacional de Seguro Contra Inundações	Burby et al. (2000)	Nível de preparação econômica das famílias frente a eventos hidrológicos	% de unidades habitacionais cobertas pelo Programa Nacional de Seguro Contra Inundações
Serviços municipais	% de gastos públicos com serviços municipais associados à Defesa Civil	Sylves e Búzás (2007)	Priorização de gastos institucionais para a mitigação de desastres	% de gastos públicos com obras associados à mitigação de desastres
Mitigação	% da população participante de programas de apoio comunitário a inundações	Godshalk (2003)	Integração da sociedade civil e políticas de resiliência	Presença de NUDEC
Fragmentação política	% de governos e distritos especiais	Norris et al. (2008)	Complexidade e descentralização da governança local	% de distritos por órgãos municipais de gestão
Experiência em ajuda a desastres	% de declarações de desastre	Cutter et al. (2008)	Frequência de registros de desastres reconhecidos oficialmente	% de registros por ocorrência de desastres naturais
Mitigação e conectividade social	% da população em comunidades cobertas por programas do <i>Citizen Corps</i>	Godshalk (2003)	Engajamento cívico na redução de desastres	% da população participante do NUDEC
Mitigação	% de população em comunidades adaptadas a dilúvios	Godshalk (2003)	Representa a adoção de infraestrutura e políticas adaptativas em áreas suscetíveis a inundações	% de lotes em áreas de risco de inundações (invertida)
<b>Resiliência infraestrutural</b>				
Tipo de habitação	% de unidades habitacionais que não são casas móveis	Cutter et al. (2003)	Qualidade estrutural das moradias	Condição da moradia: % de habitações com revestimento na parede externa
Disponibilidade de habitação temporária	% de unidades habitacionais vacantes que estão para alugar	Tierney (2009)	Capacidade de absorção de desabrigados	% de unidades de domicílios não ocupados vagos
Capacidade de atendimento médico	% de leitos hospitalares <i>per capita</i>	Heide e Scalon (2007)	Capacidade do sistema de saúde local para atender a população	% de leitos hospitalares <i>per capita</i>
Acesso a rotas de evacuação	Milhas de vias arteriais por área	NRC (2006)	Capacidade da infraestrutura principal	Percentual de domicílios particulares permanentes com acesso à via pavimentada

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Função social</b>	<b>Variável adaptada ao estudo de caso</b>
Qualidade da construção do estoque habitacional	% de unidades habitacionais construídas antes de 1970 ou após 1994	Mileti (1999)	Aderência de imóveis a normas de construção	% de unidades habitacionais construídas com projeto formal
Disponibilidade de abrigo temporário	% de hotéis/motéis <i>per capita</i>	Tierney (2009)	Capacidade de abrigagem temporária	% de hotéis/motéis por área urbanizada
Potencial de restauração escolar	% de escolas públicas <i>per capita</i>	Ronan e Johnston (2005)	Capacidade de infraestrutura institucional multifuncional	% de equipamentos públicos de médio/grande porte não ligados à saúde na área
<b>Capital comunitário</b>				
Apego ao lugar	% da população não nascida no exterior que veio para os EUA nos últimos 5 anos	Morrow (2008)	Mobilidade e recente inserção migratória interna	% da população não nascida em território nacional
Apego ao lugar	% da população nascida no estado de residência atual	Vale e Campanella (2005)	Estabilidade demográfica	% da população nascida no estado de residência atual
Engajamento político	% da população em idade de votar participando da última eleição	Morrow (2008)	Engajamento cívico e capital político	% da população em idade de votar participando da última eleição
Organizações religiosas	% de organizações religiosas por 10.000 habitantes	Morrow (2008); Murphy (2007)	Organizações religiosas são pontos de articulação comunitária e assistência direta durante e após desastres	% de organizações religiosas por 10.000 habitantes
Organizações cívicas	% de organizações cívicas por 10.000 habitantes	Murphy (2007)	Capacidade de mobilização social e coesão comunitária	% de organizações cívicas por 10.000 habitantes
Inovação	% da população empregada em ocupações ligadas à criatividade	Cutter et al. (2008)	Capital cultural e a flexibilidade adaptativa da comunidade	% da população empregada em ocupações ligadas à criatividade

Fonte: Elaboração própria, baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010).

Tabela 9 – Adaptação de variáveis do UAI para o estudo de caso

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Indicador adaptado para o estudo de caso</b>
Habitação	Plano municipal de habitação	Presença de diretrizes municipais específicas para habitação	Presença de diretrizes municipais específicas para habitação
	Conselho municipal	Existência de órgão colegiado responsável por pautas habitacionais	
	Financiamento municipal	Disponibilidade de orçamento ou fontes de financiamento público para habitação	

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Indicador adaptado para o estudo de caso</b>
Mobilidade urbana	Plano municipal de mobilidade	Existência de plano estruturado de mobilidade urbana	Presença de variedade viária e de serviços de transporte
	Ciclovias	Infraestrutura cicloviária implantada no território municipal	
	Bicicletários	Espaços destinados ao estacionamento seguro de bicicletas	
	Transporte público intermunicipal	Serviço de transporte coletivo entre municípios da região	
	Transporte público intramunicipal	Serviço de transporte coletivo dentro dos limites municipais	
Agricultura sustentável	Agricultura orgânica	Iniciativas voltadas à produção de alimentos orgânicos	Presença de agricultura de subsistência
	Agricultura familiar	Programas ou políticas de incentivo à agricultura familiar	
	Hortas comunitárias	Presença de hortas comunitárias em espaços públicos ou coletivos	
	Programa climático para agricultura	Ações governamentais que relacionam agricultura e clima	
	Programa de associativismo	Iniciativas de apoio à organização coletiva de agricultores	
Gestão ambiental	Financiamento ambiental municipal	Destinação de recursos financeiros para ações ambientais	Financiamento ambiental municipal
	Saneamento	Cobertura de rede de esgotamento sanitário ou soluções equivalentes	Saneamento
	Proteção ambiental	Instrumentos ou ações voltadas à preservação ambiental	Proteção ambiental
	Poluição do ar	Monitoramento e controle das emissões atmosféricas urbanas	Poluição do ar
	Proteção da biodiversidade	Ações ou áreas de preservação voltadas à biodiversidade	Proteção da biodiversidade
	Adaptação e mitigação climática	Adoção de estratégias locais de mitigação e adaptação climática	Adaptação e mitigação climática
	Plano de resíduos sólidos	Presença de plano estruturado para gestão de resíduos sólidos	Plano de resíduos sólidos
	Pagamento por serviços ambientais	Implantação de mecanismos de remuneração por conservação ambiental	Pagamento por serviços ambientais
Resposta a impactos climáticos	Lei de uso e ocupação do solo para prevenção de inundações	Regulamentação de uso do solo em áreas suscetíveis a inundações	Monitoramento de áreas de risco e presença de Defesa

Dimensão	Indicador	Justificativa	Indicador adaptado para o estudo de caso
	Lei de uso e ocupação do solo para prevenção de deslizamentos	Regulamentação de uso do solo em áreas de risco geológico	Civil municipal
	Plano municipal de redução de riscos	Plano de prevenção e resposta a riscos e desastres	
	Carta geotécnica de aptidão à urbanização	Documento técnico com orientações sobre aptidão geotécnica para urbanização	
	Defesa Civil municipal	Atuação formal e estrutura institucional da Defesa Civil municipal	

Fonte: Elaboração própria, baseada em Neder et al. (2021).

Para compreender a vulnerabilidade numa escala municipal, foi realizada a adaptação do índice BRIC, originalmente concebido em uma escala nacional, para as especificidades do território de Icapuí. Esse processo evidenciou, novamente, a principal limitação identificada, que é a dificuldade de acesso a dados atualizados e disponíveis em nível local. Muitos dos indicadores previstos no índice original apresentam dados desatualizados, inconsistentes ou simplesmente inexistentes para o município, o que reforça a importância da produção e sistematização de informações territoriais acessíveis para subsidiar a gestão de riscos e desastres em cidades de pequeno porte. Para isso, foram atribuídos pesos de confiabilidade dos dados, definidos a partir da variação populacional.

Tabela 10 – Aplicação do BRIC no estudo de caso

Categoria	Variável adaptada ao estudo de caso	Fonte dos Dados	Valores	Valores com peso de confiabilidade dos dados
<b>Resiliência social</b>			<b>0,70</b>	<b>0,70</b>
Nível educacional	% da população com mais de 18 anos com Ensino Fundamental completo	Censo IBGE – 2022	0,53	0,53
Idade pré-aposentadoria	% da população entre 15 e 65 anos de idade	Censo IBGE – 2022	0,70	0,70
Acesso ao transporte	% de veículos registrados por população total (população total do IBGE com ajuste do crescimento anual de cada ano pós-Censo)	Ministério dos Transportes, Senatran – Secretaria Nacional de Trânsito –	0,36	0,36

		2024		
Capacidade de comunicação	% de domicílios com acesso à internet	Censo IBGE – 2022	0,88	0,88
Competência em inglês	% da população alfabetizada	Censo IBGE – 2022	0,82	0,82
Necessidades especiais	Porcentagem equivalente à quantidade de cidadãos ativos no cadastro que informaram alguma deficiência pela quantidade total de cidadãos ativos no cadastro	Ministério da Saúde – Relatório consolidado de cadastros agosto/2023	0,96	0,96
Seguro de saúde	Quantidade de estabelecimentos de Saúde do SUS por quantidade de setores censitários	IBGE – Portal Cidades (2009)/Censo IBGE – 2022	0,22	0,22
<b>Resiliência econômica</b>			<b>0,38</b>	<b>0,27</b>
Propriedade de casa	Quantidade de domicílios particulares permanentes ocupados	Censo IBGE – 2022	0,64	0,64
Taxa de emprego	% da força de trabalho empregada	Censo IBGE – 2022	0,21	0,21
Igualdade de renda raça/etnia	Coefficiente de Gini (invertido)	Censo IBGE – 2000	0,38	0,27
Não dependência dos setores primários/turismo	Porcentagem equivalente à quantidade de empregos ligados a funcionários não em agricultura, pesca, silvicultura, indústria extrativa ou turismo cidadãos pela quantidade de cidadãos ativos no cadastro (valor invertido)	Ministério da Saúde – Relatório de cadastro individual agosto/2023	0,41	0,41
Igualdade de renda de gênero	% da diferença absoluta entre a renda mediana de homens e mulheres dividida pela renda anual (invertida)	Censo IBGE – 2010	0,10	0,08
Tamanho do comércio	% de comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas por número de empresas e outras organizações atuantes (invertida)	IBGE- Portal Cidades (2021)	0,53	0,53
Acesso à saúde	Número de médicos por 10.000 habitantes	IPECE – Perfil do município de Icapuí 2017	0,01	0,01
<b>Resiliência institucional</b>			<b>0,26</b>	<b>0,13</b>
Mitigação	Presença de Plano Municipal de Gestão de Desastres Naturais	Portal da Prefeitura de Icapuí	0,00	0,00
Cobertura de seguro contra inundações	% de unidades habitacionais cobertas pelo Programa Nacional de Seguro Contra	Dado inexistente devido à		

	Inundações	ausência de políticas públicas ligadas a desastres sicionaturais em Icapuí		
Serviços municipais	% de gastos públicos com obras associados à mitigação de desastres	Portal da transparência da Prefeitura de Icapuí	0,26	0,26
Mitigação	Presença de NUDEC	Portal da Prefeitura de Icapuí	0,00	0,00
Fragmentação política	% de distritos por órgãos municipais de gestão	Censo IBGE – 2022	0,33	0,33
Experiência em ajuda a desastres	% de registros por ocorrência de desastres naturais	Atlas Digital de Desastres no Brasil	0,41	0,41
Mitigação e conectividade social	% da população participante do NUDEC	Portal da Prefeitura de Icapuí	0,00	0,00
Mitigação	% de lotes em áreas de risco de inundações (invertida)	Base de dados Plano Diretor de Icapuí – Mapas de áreas de risco	0,94	0,85
<b>Resiliência infraestrutural</b>			<b>0,41</b>	<b>0,41</b>
Tipo de habitação	Condição da moradia: % de habitações com revestimento na parede externa	Ministério da Saúde – Relatório do cadastro domiciliar/ territorial agosto/2023	0,66	0,66
Disponibilidade de habitação temporária	% de unidades de domicílios não ocupados vagos	Censo IBGE – 2022	0,41	0,41
Capacidade de atendimento médico	% de leitos hospitalares <i>per capita</i>	Censo IBGE – 2010	0,00	0,00
Acesso a rotas de evacuação	Percentual de domicílios particulares permanentes com acesso à rodovia pavimentada	Censo IBGE – 2022	0,81	0,81
Qualidade da construção do estoque habitacional	% de unidades habitacionais construídas com projeto formal	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		
Disponibilidade de abrigo temporário	% de hotéis/motéis por área urbanizada	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		

Potencial de restauração escolar	% de equipamentos públicos de médio/grande porte não ligados à saúde na área	Portal da Prefeitura de Icapuí	0,00	0,00
<b>Capital comunitário</b>			<b>0,36</b>	<b>0,36</b>
Apego ao lugar	% da população não nascida em território nacional	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		
Apego ao lugar	% da população nascida no estado de residência atual	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		
Engajamento político	% da população em idade de votar participando da última eleição	TSE	0,72	0,72
Organizações religiosas	% de organizações religiosas por 10.000 habitantes	<i>Google Maps</i>	0,00	0,00
Organizações cívicas	% de organizações cívicas por 10.000 habitantes	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		
Inovação	% da população empregada em ocupações ligadas à criatividade	Dado desconhecido ou que não se aplica à dinâmica urbana local		

Fonte: Elaboração própria baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010).

Após a adaptação dos índices selecionados, foram identificados os fatores urbanos específicos que contribuiriam diretamente para a composição dos valores de cada indicador. Esses fatores dizem respeito a dinâmicas territoriais, como: padrões de ocupação do solo, acesso à infraestrutura básica, presença de equipamentos públicos, além de condições socioeconômicas e institucionais. Para a sua validação, foram utilizadas referências teóricas que asseguram a fundamentação dos critérios escolhidos. A identificação desses elementos permitiu ajustar o índice à realidade local, garantindo que os resultados expressassem de forma mais precisa as vulnerabilidades associadas à expansão urbana de Icapuí.

Tabela 11 – Índice-base

<b>Categoria</b>	<b>Variável original/adaptada</b>	<b>Fator urbano influente</b>	<b>Equipamento/Fator</b>	<b>Variável</b>	<b>Peso</b>	<b>Validação</b>
<b>Resiliência Social</b>						
Nível educacional	% da população com mais de 18 anos com Ensino Fundamental completo	Fácil acesso à educação básica	Escola pública	Distância	2	Duflo, (2001)
Competência em inglês	% da população alfabetizada					
Idade pré-aposentadoria	% da população entre 15 e 65 anos de idade	Presença de variedade de uso do solo	Variedade de uso do solo	Sim/Não	1	Comer e Greene, (2015)
Variedade viária	Vias com variedade de transportes estabelecidas	Vias com variedade de transportes estabelecidas	Vias com variedade de transportes estabelecidas	Sim/Não	1	Rosenzweig et al. (2018)
Capacidade de comunicação	% de domicílios com acesso à internet	Presença de cobertura de rede de internet	Instalação de redes de internet	% de domicílios com acesso à internet	1	Colten, Kates e Laska (2008)
Necessidades especiais	Porcentagem equivalente à quantidade de cidadãos ativos no cadastro que informaram alguma deficiência pela quantidade total de cidadãos ativos no cadastro	Fácil acesso a equipamentos urbanos destinados a deficientes	CAPS	Distância	1	Morrow (2008)
Seguro de saúde	Quantidade de estabelecimentos de saúde do SUS por quantidade de setores censitários	Fácil acesso a equipamentos do SUS	UPA	Distância	1	Heinz Center (2002)
<b>Resiliência econômica</b>						
Propriedade de casa	Quantidade de domicílios ocupados por proprietários.	Taxa de ocupação do solo	Permeabilidade média do solo em lotes ocupados	Qualitativa	1	Norris et al. (2008); Cutter et al. (2008)
Taxa de emprego	% da força de trabalho empregada	Presença de variedade de uso do solo	Variedade de uso do solo	Sim/Não	3	Koster, Brouwer e van Leeuwen (2020)
Não dependência dos setores primários/turismo	Porcentagem equivalente à quantidade de empregos ligados a funcionários não em agricultura, pesca, silvicultura, indústria extrativa ou turismo; cidadãos pela quantidade de cidadãos ativos no cadastro (valor invertido)	Presença de variedade de uso do solo				
Tamanho do comércio	% de comércio; reparação de veículos automotores e	Presença de variedade de uso do solo				

	motocicletas por número de empresas e outras organizações atuantes (invertida)					
Acesso à saúde	Número de médicos por 10.000 habitantes	Fácil acesso a equipamentos do SUS	UPA	Número de médicos por 10.000 habitantes	1	Norris et al. (2008)
Igualdade de renda raça/etnia	Coefficiente de Gini (invertido)	Presença de variedade de equipamentos públicos ligados à proteção social	Equipamentos públicos ligados à proteção social	Distância	1	Norris et al. (2008)
Igualdade de renda de gênero	% da diferença absoluta entre a renda mediana de homens e mulheres dividida pela renda anual (invertida)	Presença de equipamentos governamentais direcionados à profissionalização de mulheres	Equipamentos públicos ligados à Secretaria das Mulheres	Distância	1	Cutter, Burton e Emirch (2010)
<b>Resiliência institucional</b>						
Mitigação	Presença de Plano Municipal de Gestão de Desastres Naturais	Presença de Secretaria Municipal da Defesa Civil	Presença de Secretaria Municipal da Defesa Civil	Sim/Não	2	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin, Lemos e Nelson (2014)
Experiência em ajuda a desastres	% de registros por ocorrência de desastres naturais	Presença de Secretaria Municipal da Defesa Civil				
Mitigação	Presença de NUDEC	Presença de NUDEC	Presença de NUDEC	Sim/Não	1	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin, Lemos e Nelson (2014)
Mitigação e conectividade social	% da população participante do NUDEC	Proximidade à sede do NUDEC	Distância da sede de NUDEC	Distância	1	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin, Lemos e Nelson (2014)
Serviços municipais	% de gastos públicos com obras associados à mitigação de desastres	Proximidade à sede da gestão do município/distrito	Proximidade à sede da gestão do município/distrito	Distância	2	Sylves e Búzás (2007)
Fragmentação política	% distritos por órgãos municipais de gestão	Proximidade à sede da gestão do município/distrito	Proximidade à sede da gestão do município/distrito			
Mitigação	% de lotes em áreas de risco de inundações (invertida)	% de lotes em áreas de risco de inundações	% de lotes em áreas de risco de inundações	Qualitativa	1	Rosenzweig et al. (2018), Carmin et al. (2013) e Eakin, Lemos e Nelson

						(2014)
<b>Resiliência infraestrutural</b>						
Tipo de habitação	Condição da moradia: % de habitações com revestimento na parede externa	Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	1	Rosenzweig et al. (2018) e Field et al. (2014)
Qualidade da construção do estoque habitacional	% de unidades habitacionais construídas com projeto formal	Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	1	Rosenzweig et al. (2018) e Field et al. (2014)
Disponibilidade de habitação temporária	% de unidades domicílios não ocupados vagos	Presença de espaços destinados à habitação temporária	Presença de espaços destinados à habitação temporária	Sim/Não	1	Tierney (2009)
Capacidade de atendimento médico	% de leitos hospitalares <i>per capita</i>	Fácil acesso a leitos hospitalares	UPA	Distância	1	Heide e Scalon (2007)
Acesso a rotas de evacuação	Percentual de domicílios particulares permanentes com acesso à rodovia pavimentada	Qualidade das rodovias pavimentadas	Número de vias em serviço dos assentamentos; Tipo de via; formato e largura	Qualitativa	1	Menoni et al. (2012)
Saneamento	% da área coberta pela rede de saneamento público	% da área coberta pela rede de saneamento público	% da área coberta pela rede de saneamento público	Qualitativa	1	Field et al. (2014) e Rosenzweig et al. (2018)
Proteção da biodiversidade	Presença de APA	Presença de APA				Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017) e Geneletti e Zardo (2016)
Proteção ambiental	Presença de APA	Presença de APA	Presença de APA	Sim/Não	2	Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017) e Geneletti e Zardo (2016)
Poluição do ar	Presença de áreas verdes	Presença de áreas verdes	Presença de áreas verdes	Sim/Não	1	Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017) e Geneletti e Zardo (2016)

Adaptação e mitigação climática	Presença de obras públicas para a resiliência	Presença de obras públicas para a resiliência	Presença de obras públicas para a resiliência	Sim/Não	1	Field et al. (2014), Rosenzweig et al. (2018), Derkzen, van Teeffelen e Verburg (2017) e Geneletti e Zardo (2016)
Plano de resíduos sólidos	% da área coberta pela coleta de lixo	% da área coberta pela coleta de lixo	% da área coberta pela coleta de lixo	Qualitativa	1	Rosenzweig et al. (2018)
<b>Capital comunitário</b>						
Engajamento político	% da população em idade de votar participando da última eleição	Presença de centro comunitário	Presença de centro comunitário	Sim/Não	1	Neder et al. (2021)
Organizações religiosas	% de organizações religiosas por 10.000 habitantes	Presença de organização religiosa no local	Presença de organização religiosa no local	Sim/Não	1	Neder et al. (2021)

Fonte: Elaboração própria, baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010) e Neder et al. (2021).

Tabela 12 – Valores de categorias de análise

<b>Categoria</b>	<b>Valor</b>
<b>Distância</b>	
<500 m	1
500-1.000 m	0,75
1.001-2.000 m	0,5
>2.000 m	0,25
Fora do município	0
<b>Sim/Não</b>	
Sim	1
Não	0
<b>Qualitativa</b>	
Ótima	1
Boa	0,75
Regular	0,5
Ruim	0,25
Ausente	0

Fonte: Elaboração própria, baseada em Menoni et al. (2012).

Essa construção metodológica buscou respeitar tanto os limites impostos pela disponibilidade de dados quanto às particularidades do território analisado, resultando em uma ferramenta analítica flexível à escala local.

No próximo capítulo, foram apresentados os resultados da aplicação desse índice, evidenciando os padrões espaciais influentes na resiliência local e o direcionamento de suas implicações para o planejamento urbano e a gestão de riscos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação e análise da metodologia de avaliação de áreas de expansão desenvolvidas, articulando a discussão sobre a vulnerabilidade socioambiental nas áreas de expansão urbana de Icapuí.

Inicialmente, foram desenvolvidos parâmetros que possibilitaram a materialização das variáveis de análise nos mapas de estudo, por meio de *buffers* correspondentes às diferentes distâncias categóricas, fator que possibilitou a identificação categórica das variáveis de distância. Para as variáveis que tinham categorias do tipo sim/não, adotaram-se critérios baseados na presença até o *buffer* máximo de 2.000 m ou na presença em todo o município, conforme a demanda específica de cada indicador. Para as categorias qualificativas, adotou-se como referência as percepções e os relatos dos habitantes de cada área de expansão analisada, permitindo incorporar o conhecimento local e a experiência vivida à avaliação das condições territoriais. Para indicadores mais específicos, utilizaram-se dados setorizados do censo, informações registradas no cadastro individual de cada UPA e dados obtidos durante a aplicação de questionários no desenvolvimento do Plano Diretor de Icapuí.

Devido à ausência de camadas cartográficas específicas para aspectos qualitativos, os dados foram incorporados à tabela baseada nos dados disponibilizados em dados oficiais. Nos casos em que os dados eram desconhecidos ou inexistentes, foi atribuído o valor 0, de modo que tais lacunas fossem mantidas no cálculo do índice. Essa abordagem permitiu evidenciar explicitamente a ausência de informações oficiais básicas, ressaltando as limitações na disponibilidade de dados e reforçando a necessidade de monitoramento e atualização contínua das informações utilizadas na análise.

Tabela 13 – Índice-base - aplicado nas áreas de expansão de Icapuí

Equipamento/Fator	Variável	Observações	Peso	Área de expansão 1	Área de expansão 2	Área de expansão 3
<b>Resiliência de desastres naturais</b>				<b>0,49</b>	<b>0,16</b>	<b>0,43</b>
<b>Resiliência social</b>				<b>0,63</b>	<b>0,13</b>	<b>0,48</b>
Escola pública	Distância	-----	2	0,75	0	0,25
Variedade de uso do solo	Sim/Não	-----	1	1	0	0,25

Equipamento/Fator	Variável	Observações	Peso	Área de expansão 1	Área de expansão 2	Área de expansão 3
Vias com variedade de transportes estabelecidas	Sim/Não	-----	1	0	0	0
Instalação de redes de internet	% de domicílios de Icapuí com acesso à internet	Valor em escala municipal	1	0,88	0,88	0,88
CAPS	Distância	-----	1	0	0	1
UPA	Distância	-----	1	1	0	0,75
<b>Resiliência econômica</b>				<b>0,57</b>	<b>0,14</b>	<b>0,72</b>
Taxa de permeabilidade média do solo em lotes ocupados	Qualitativa	Valor definido baseado em estudo de permeabilidade do solo de Icapuí enquanto bolsista do Plano Diretor	1	1	1	1
Variedade de uso do Solo	Sim/Não	-----	3	1	0	1
UPA	Número de médicos por 10.000 habitantes	Valor em escala municipal	1	0,01	0,01	0,01
Equipamentos públicos ligados à proteção social	Distância	-----	1	0	0	1
Equipamentos públicos ligados à Secretaria das Mulheres	Distância	-----	1	0	0	0
<b>Resiliência institucional</b>				<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,39</b>
Presença de Secretaria Municipal da Defesa Civil	Sim/Não	Valor em escala municipal	2	0	0	0
				0	0	0
Presença de NUDEC	Sim/Não	Valor em escala municipal	1	0	0	0
Distância da sede de NUDEC	Distância	Valor em escala municipal	1	0	0	0
Proximidade à sede da gestão do município/distrito	Distância	-----	2	0	0	1

Equipamento/Fator	Variável	Observações	Peso	Área de expansão 1	Área de expansão 2	Área de expansão 3
Proximidade à sede da gestão do município/distrito				0	0	1
% de lotes em áreas de risco	Qualitativa	-----	1	0,75	1	0,75
<b>Resiliência infraestrutural</b>				<b>0,66</b>	<b>0,39</b>	<b>0,57</b>
Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	Valor em escala municipal	1	0	0	0
Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	Valor em escala municipal	1	0	0	0
Presença de espaços destinados à habitação temporária	Sim/Não	Valor em escala municipal	1	1	0	1
UPA	Distância		1	1	0	0,75
Número de vias em serviço dos assentamentos; Tipo de via; formato e largura	Qualitativa	Análise qualitativa realizada em visitas de campo	1	0,25	0,25	0,5
% da área coberta pela rede de saneamento público	Qualitativa (dado desconhecido)	Dado desconhecido	1	0	0	0
Presença de APA	Sim/Não	-----	2	1	1	1
Presença de áreas verdes	Sim/Não	-----	1	1	1	1
Presença de obras públicas para a resiliência	Sim/Não	-----	1	1	0	0
% da área coberta pela coleta de lixo	Qualitativa	Análise qualitativa realizada baseada na aplicação de questionários enquanto bolsista do Plano Diretor de Icapuí	1	1	1	1
<b>Capital comunitário</b>				<b>0,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Presença de centro comunitário	Sim/Não	-----	1	0	0	0

Equipamento/Fator	Variável	Observações	Peso	Área de expansão 1	Área de expansão 2	Área de expansão 3
Presença de organização religiosa no local	Sim/Não	-----	1	1	0	0

Fonte: Elaboração própria, baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010) e Neder et al. (2021).

Tabela 14 – Índice-base - captação de informações

Equipamento/Fator	Variável	Captação
<b>Resiliência de desastres naturais</b>		
<b>Resiliência social</b>		
Escola pública	Distância	IPECE
Variedade de uso do solo	Sim/Não	<i>OpenStreetMap</i>
Vias com variedade de transportes estabelecidas	Sim/Não	<i>OpenStreetMap</i>
Instalação de redes de internet	% de domicílios de Icapuí com acesso à internet	IBGE
CAPS	Distância	IPECE
UPA	Distância	IPECE
<b>Resiliência econômica</b>		
Taxa de permeabilidade média do solo em lotes ocupados	Qualitativa	Valor definido por meio da camada de edificações e dos lotes da base de dados do Plano Diretor de Icapuí
Variedade de uso do solo	Sim/Não	<i>OpenStreetMap</i>
UPA	Número de médicos por 10.000 habitantes	IPECE
Equipamentos públicos ligados à proteção social	Distância	IPECE
Equipamentos públicos ligados à Secretaria das Mulheres	Distância	IPECE

<b>Equipamento/Fator</b>	<b>Variável</b>	<b>Captação</b>
<b>Resiliência institucional</b>		
Presença de Secretaria Municipal da Defesa Civil	Sim/Não	Site oficial da Prefeitura Municipal de Icapuí
Presença de NUDEC	Sim/Não	Site oficial da Secretaria de Defesa Civil do Estado do Ceará
Distância da sede de NUDEC	Distância	
Proximidade à sede da gestão do município/distrito	Distância	IBGE
Proximidade à sede da gestão do município/distrito		
% de lotes em áreas de risco	Qualitativa	Dado gerado durante análise de vulnerabilidade natural
<b>Resiliência infraestrutural</b>		
Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	Site oficial da Prefeitura Municipal de Icapuí
Presença de diretrizes para construção em áreas urbanizáveis	Sim/Não	Site oficial da Prefeitura Municipal de Icapuí
Presença de espaços destinados à habitação temporária	Sim/Não	Site oficial da Prefeitura Municipal de Icapuí
UPA	Distância	IPECE
Número de vias em serviço dos assentamentos; Tipo de via; formato e largura	Qualitativa	Análise qualitativa realizada em visitas de campo
% da área coberta pela rede de saneamento público	Qualitativa (dado desconhecido)	Dado desconhecido
Presença de APA	Sim/Não	IPECE
Presença de áreas verdes	Sim/Não	Dado gerado por meio de análise qualitativa de lotes vazios e mapa de cobertura vegetal do Projeto MapBiomias (2023) - Coleção 9

<b>Equipamento/Fator</b>	<b>Variável</b>	<b>Captação</b>
Presença de obras públicas para a resiliência	Sim/Não	Portal da transparência da Prefeitura Municipal de Icapuí
% da área coberta pela coleta de lixo	Qualitativa	Análise qualitativa realizada baseada na aplicação de questionários enquanto bolsista do Plano Diretor de Icapuí
<b>Capital comunitário</b>		
Presença de centro comunitário	Sim/Não	Análise qualitativa realizada baseada na aplicação de questionários enquanto bolsista do Plano Diretor de Icapuí e no <i>OpenStreetMap</i>
Presença de organização religiosa no local	Sim/Não	Análise qualitativa realizada baseada na aplicação de questionários enquanto bolsista do Plano Diretor de Icapuí e no <i>OpenStreetMap</i>

Fonte: Elaboração própria, baseada em Cutter, Burton e Emrich (2010) e Neder et al. (2021).

Ao aplicar o índice, foi verificado que sua análise se baseia na facilidade de acesso a elementos de infraestrutura urbana alinhada a uma concepção de resiliência multidimensional. Entretanto, a avaliação baseada unicamente na presença desses elementos ignora fatores essenciais para o fortalecimento da resiliência comunitária, como: a qualidade da infraestrutura, a capacitação do espaço e a efetividade dos serviços prestados. No caso de equipamentos públicos, a mera instalação não garante a utilização adequada, a manutenção eficiente ou o atendimento às demandas da população.

Figura 63 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023

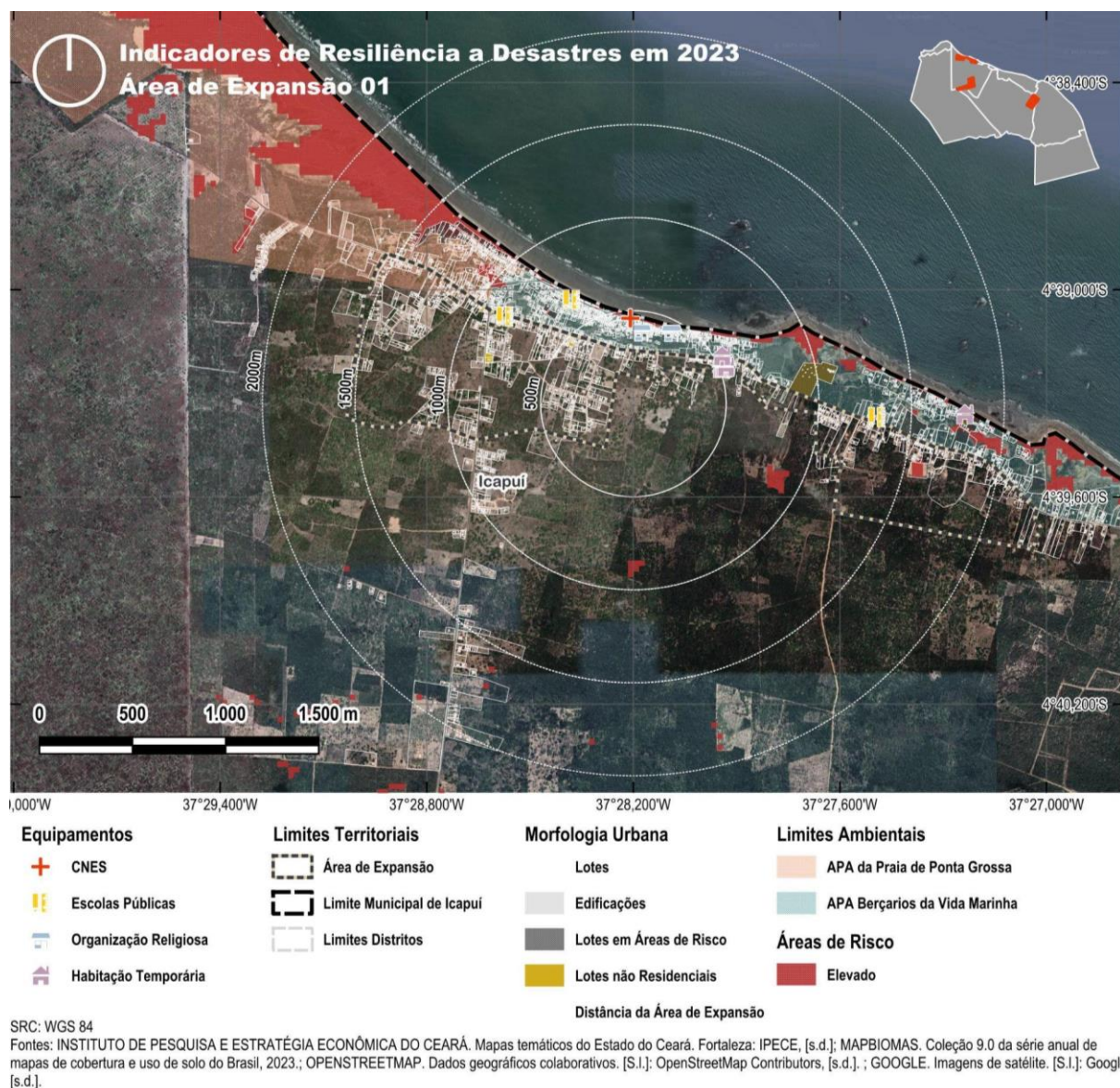


Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024), MapBiomias (2023) e OpenStreetMap (2025).

Mesmo assim, a aplicação do índice revelou principalmente as localidades em que a gestão municipal tem priorizado para promover o desenvolvimento urbano, indicando que a instalação de serviços públicos e a manutenção da infraestrutura básica em Icapuí não acompanham o ritmo dos crescimentos territoriais identificados.

A ausência de estudos urbanos frequentes e de um planejamento formal pela gestão municipal pode explicar uma negligência em relação às áreas de expansão identificadas mais distantes da sede. Entretanto, a responsabilidade governamental abrange um território amplo, exigindo planejamento e gestão que considerem as diversas localidades e suas especificidades. Isso demonstra uma coerência entre a análise de desenvolvimento territorial e a percepção comunitária

Figura 64 – Mapa de indicadores de desastres em 2023 - área de expansão 1



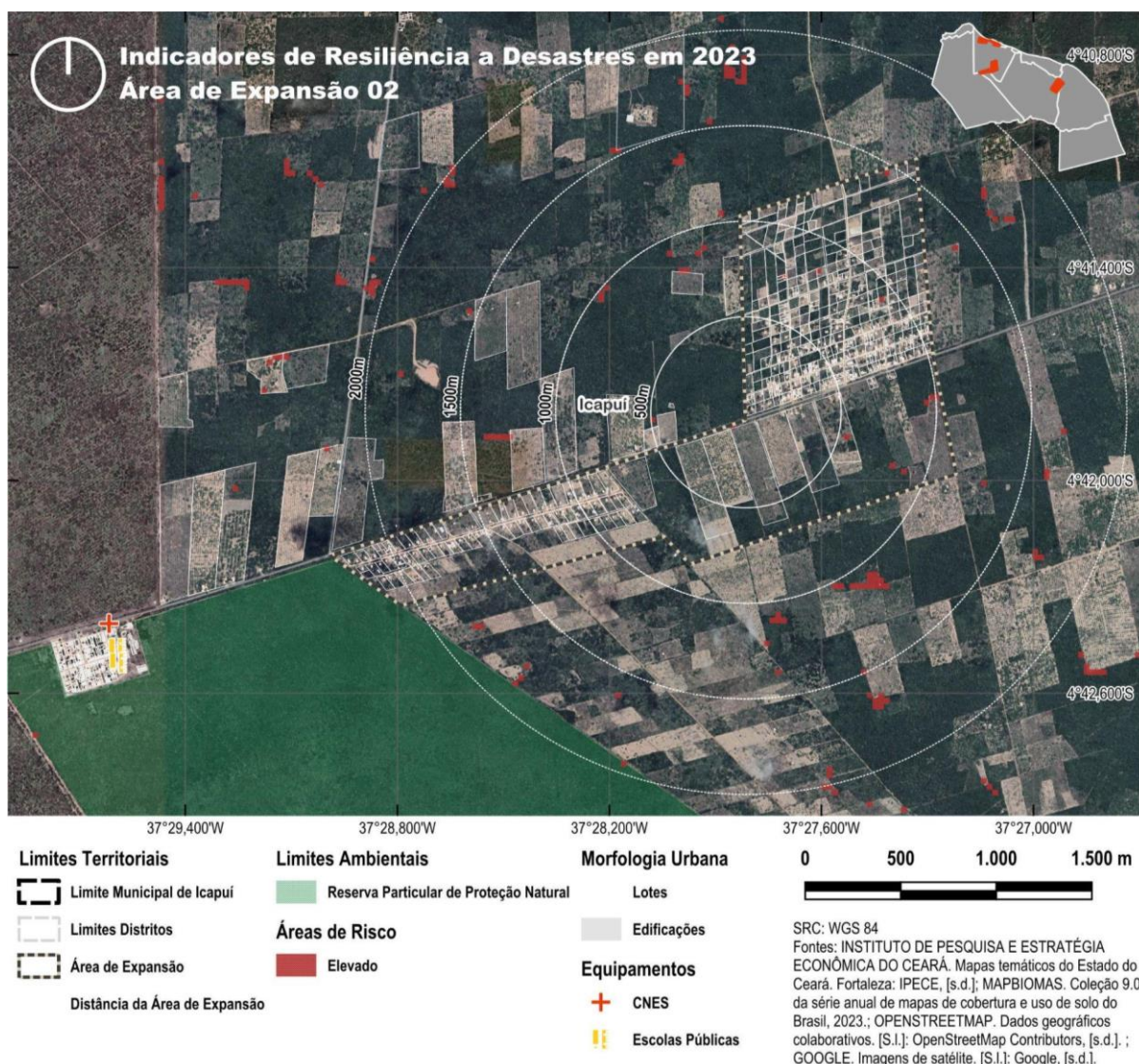
Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024), MapBiomias (2023) e OpenStreetMap (2025).

A área de expansão 1 está localizada próximo à principal área turística de Icapuí, o que a torna estratégica tanto para o desenvolvimento econômico quanto para a valorização do território. Essa proximidade implica desafios específicos em termos de planejamento urbano, infraestrutura e gestão de riscos já que o aumento da ocupação pode impactar a dinâmica socioambiental da região e a resiliência frente a desastres naturais. Visto que o turismo de Icapuí é em sua maioria ambiental, a preservação do ambiente natural torna-se essencial para o desenvolvimento sustentável da área.

Para garantir a compatibilização entre expansão urbana e conservação ambiental, é necessário implementar políticas de planejamento territorial que possibilitem uma ordenação do território adequada, considerando a proximidade da expansão e as áreas de preservação que representam, não apenas valor natural, mas também econômico para o município. Mesmo assim, os lotes identificados como presentes em áreas de risco são antigos, sendo um crescimento consolidado.

A expansão identificada ocorre em uma área adjacente, de modo que o desenvolvimento dessa região possibilita, inclusive, a reorganização do uso do solo e a urbanização, desde que sejam adotados parâmetros de planejamento que promovam um crescimento urbano sustentável e resiliente. Isso inclui a implementação de infraestrutura adequada, o controle da densidade populacional, a preservação das áreas naturais e a integração com o entorno urbano existente. Dessa forma, o desenvolvimento da região pode ser compatível com a conservação ambiental e, ao mesmo tempo, fortalecer o potencial turístico local, possibilitando benefícios econômicos e sociais duradouros para o município.

Figura 65 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 - área de expansão 2



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024), MapBiomas (2023) e OpenStreetMap (2025).

Nas três áreas de expansão analisadas, observou-se que a área com menor resiliência, área de expansão 2, corresponde àquela situada em um contexto ambiental mais seguro. Esse paradoxo evidencia que a resiliência não depende apenas das condições naturais, mas também de fatores urbanos e sociais, como a infraestrutura disponível, o acesso a serviços, a disponibilidade de lotes para expansão, a densidade populacional e a governança local.

O crescimento da área de expansão 2 envolve dinâmicas de poder que vão além da gestão municipal, uma vez que a expansão territorial existente não pode ser classificada como uma expansão urbana. De acordo com o IBGE (2025a), a região é caracterizada como rural.

Além disso, está localizada no território de grandes fazendas produtoras nas quais os interesses econômicos privados podem influenciar a estabilização do crescimento territorial. Apesar disso, a presença de serviços públicos não deve se restringir às zonas urbanas, enfatizando a necessidade de políticas de planejamento e provisão de infraestrutura que contemplem de maneira similar as áreas urbanas e áreas rurais.

Para o desenvolvimento da região, é fundamental adotar mecanismos de governança participativa que articulem os interesses da administração municipal, das comunidades locais e dos atores econômicos privados, minimizando impactos negativos decorrentes de pressões externas. Estratégias de ordenamento territorial aliadas à diversificação do uso do solo e à aplicação de equipamentos públicos nos loteamentos já existentes — que ainda apresentam terrenos livres — podem constituir ferramentas essenciais para estruturar a expansão dessa área.

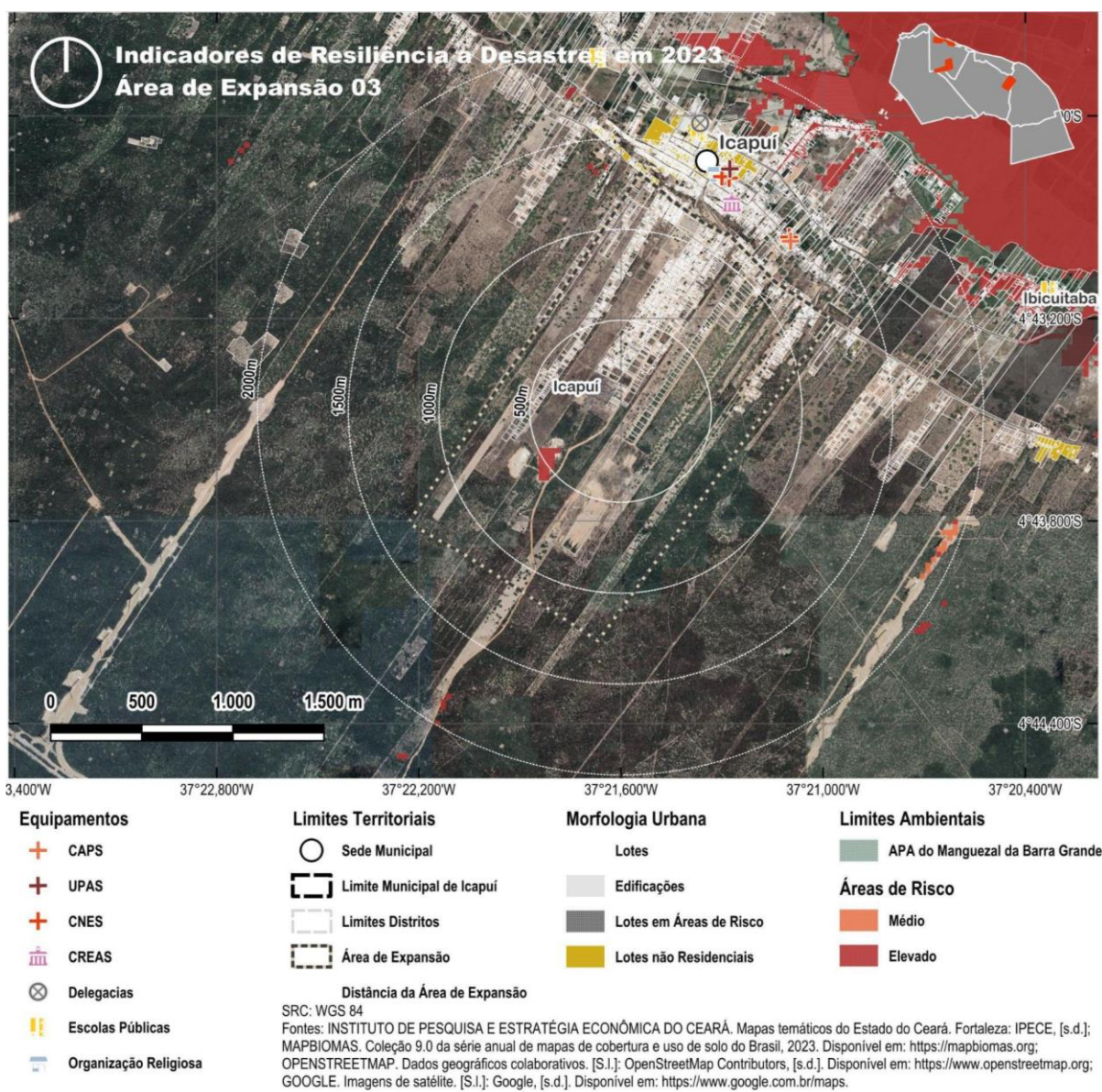
Devido à proximidade com a principal rodovia de Icapuí, bem como a facilidade de acesso por diferentes vias que a conectam tanto às principais áreas de risco urbanizadas quanto aos aspectos naturais da região, a área de expansão 2, mesmo apresentando uma resiliência comunitária inferior, pode desempenhar um papel estratégico como centro de gestão de desastres.

O fortalecimento da comunidade residente aliado à implantação de equipamentos urbanos voltados para a saúde — dimensão na qual os indicadores analisados revelaram os piores resultados em termos de resiliência no contexto municipal — torna-se fundamental para reduzir as vulnerabilidades e ampliar a capacidade de resposta local.

Por ser uma região classificada como rural, apresenta uma menor densidade populacional, o que favorece a instalação de abrigos transitórios em situações de emergência sem comprometer a dinâmica comunitária consolidada, especialmente diante da necessidade de acolher um grande número de desabrigados provenientes das áreas urbanas de maior risco.

Dessa forma, a consolidação dessa área como um polo de suporte e articulação institucional pode não apenas contribuir para a proteção das populações em risco, mas também para a valorização territorial, sem alterações nas dinâmicas comunitárias existentes, e para a construção de uma rede de resiliência que integre os diferentes espaços do município.

Figura 66 – Mapa de indicadores de resiliência de desastres em 2023 - área de expansão 3



Fonte: Elaboração própria, baseada no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2023), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024), MapBiomas (2023) e OpenStreetMap (2025).

Na análise das áreas de risco, observou-se que a área de expansão 3, mais próxima a áreas de risco elevado, apresenta simultaneamente melhor desempenho em indicadores de resiliência socioeconômica. Esse resultado sugeriu que a presença de infraestrutura urbana consolidada exerce influência mais determinante sobre a expansão dessa comunidade do que condições ambientais. A localização na sede municipal garante maior facilidade de acesso a serviços básicos e equipamentos públicos, configurando-se como um fator de atração para a ocupação da área. Ademais, a disponibilidade significativa de lotes reforça seu potencial de crescimento, tornando-a a mais favorável entre as áreas de expansão identificadas.

Visto que a ausência de processos de comunicação claros e acessíveis para a população em relação à ocupação de áreas de risco faz com que o conhecimento sobre a vulnerabilidade territorial só seja percebido no momento da ocorrência de uma calamidade, a população em risco na área desconhece a necessidade de reestruturação territorial. Como observado anteriormente, Icapuí não tem áreas de risco oficialmente reconhecidas e monitoradas, o que contribui para que o crescimento urbano ocorra sem a devida consciência dos habitantes de possíveis calamidades futuras. Isso demonstra não apenas a carência de instrumentos de planejamento e monitoramento contínuo, mas também a necessidade de estratégias de gestão do risco que promovam transparência, engajamento comunitário e integração entre políticas públicas e práticas locais de ocupação.

Entretanto, é necessário destacar que o direcionamento das políticas urbanas para essa região deve priorizar a ampliação da capacidade dos serviços já existentes, acompanhando a demanda crescente decorrente da expansão populacional. Além disso, a instauração de projetos urbanos voltados à mitigação de riscos, mostra-se fundamental para assegurar que o crescimento urbano não reduza resiliência da área.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa originou-se a partir da problemática do despreparo político identificado na gestão de desastres naturais em paralelo ao cenário de crise climática que projeta um aumento da ocorrência e à intensidade de desastres ao longo dos próximos anos. Diante do desenvolvimento do problema de pesquisa, observou-se uma lacuna política e acadêmica em abordagens capazes de orientar políticas públicas que reduzam esse despreparo.

Embora a mitigação de desastres faça parte da política urbana brasileira, o Estatuto da Cidade não prevê diretrizes específicas de ordenamento territorial para municípios com menos de 20 mil habitantes nem estabelece uma metodologia padrão para a avaliação territorial — primeira etapa para o desenvolvimento de políticas públicas de gestão de desastres na gestão municipal, responsável pelas ações de mitigação.

A adoção de uma metodologia estruturada de análise de vulnerabilidade, como a apresentada nesta pesquisa, possui potencial significativo para orientar a formulação de políticas urbanas de mitigação de desastres naturais. Tal abordagem ao ser incorporada de maneira sistemática pelos gestores públicos, resultaria numa redução no atual quadro de despreparo brasileiro frente aos desastres naturais. Além de permitir uma maior compreensão do cenário existente. Essa incorporação contribuiria diretamente para a preservação de vidas que, diante do avanço das mudanças climáticas, tendem a se tornar cada vez mais expostas e suscetíveis a desastres naturais.

Diante dessas lacunas, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um método de análise de risco para desastres socionaturais nas áreas de expansão de municípios de pequeno porte, com base em fatores urbanos. Partiu-se da hipótese de que a compreensão desses fatores urbanos, associados à resiliência, pode subsidiar a identificação de elementos prioritários para orientar um desenvolvimento territorial alinhado à resiliência.

Considerando as abordagens destacadas na construção como mais suscetíveis à análise de vulnerabilidade diante de desastres naturais, a abordagem multidimensional, principalmente nos últimos anos, tem recebido validação acadêmica consistente, reforçando sua adequação como método para análise da vulnerabilidade frente a desastres naturais (Albuquerque, 2021), (Bozza; Asprone; Manfredi, 2015), (Chang et al., 2023) e (Oliveira et al., 2023) e a dificuldade de captação de dados essenciais para o desenvolvimento de políticas urbanas em municípios sem infraestrutura adequada de coleta e monitorização de dados. Por isso, utilizou-se o município de Icapuí para o estudo de caso como forma de prever as dificuldades institucionais para aplicação e desenvolvimento do índice desenvolvido na

aplicação em pesquisas futuras.

Para contextualizar os procedimentos públicos legais, impulsores de desenvolvimento de política, e situar a atual política brasileira dentro do ciclo de desenvolvimento de políticas públicas, foi realizada uma análise histórica global do desenvolvimento da gestão de desastres em paralelo à quantidade de ocorrências de desastres num recorte temporal. Essa comparação permitiu ilustrar como a temporalidade do desenvolvimento dessas políticas é complexa, visto que os impulsores de mudanças nelas são emergentes de um desequilíbrio socioambiental em um contexto natural.

Assim, a pressão social tende a ocorrer no momento de uma calamidade, embora tenha-se identificado que as políticas mais suscetíveis estejam relacionadas, principalmente, a estratégias de mitigação. Por isso, a política brasileira priorizou, por muito tempo, estratégias reacionárias, embora o país esteja, segundo o EM-DAT, entre os mais afetados por desastres naturais no mundo.

A seca, que historicamente impacta a região Nordeste, não serviu como impulsionador para uma reestruturação sistêmica da gestão de desastres. Foi necessário o aumento de desastres hidrológicos no Sul e Sudeste em 2012, associados a danos humanos, para que houvesse progressos mais significativos mais de uma década após a definição da Década de Redução de Desastres Naturais pela ONU, que demandou o desenvolvimento de políticas específicas. Paralelamente, a política chinesa de gestão de desastres naturais, que após a Década de Redução de Desastres, priorizou estratégias de mitigação e resiliência comunitária, desenvolvendo melhor preparo político-urbano, compreensão da resiliência local e sistematização na captação de dados (Song et al., 2025) e (World Bank, 2020).

A decisão da utilização de um índice social como método de análise de vulnerabilidade vem da capacidade de compreensão da complexidade sistêmica que origina um desastre (Uusikylä; Tomila; Uusikylä, 2020). Para isso, foram avaliados os índices sociais com mais estudos acadêmicos posteriores ao seu desenvolvimento e o único índice brasileiro identificado na revisão da sistemática da literatura com múltiplo reconhecimento acadêmico.

Notou-se que todos os índices avaliados visualizaram a resiliência de desastres naturais como um fator socioambiental, utilizando indicadores socioeconômicos para quantificar a vulnerabilidade, sendo condizente com a definição de desastres naturais oficial. Cabe ressaltar que, historicamente, a definição de desastres naturais ao abordar unicamente fatores naturais impactou a priorização de ações reacionárias.

Dessa forma, o reconhecimento acadêmico da necessidade de uma avaliação social e ambiental evidenciou que a ausência de uma metodologia padrão para a avaliação

multidimensional de resiliência territorial no desenvolvimento de políticas públicas pode gerar uma compreensão do risco local generalizada, que perpetua as estratégias datadas e o despreparo institucional. Portanto, os índices analisados foram desenvolvidos com validação teórica, assim como o índice desenvolvido nesta pesquisa.

A ausência de validação empírica — possível apenas por meio da ocorrência e análise de um desastre no local de aplicação do índice — evidencia que esses instrumentos devem ser dinâmicos e estar em constante desenvolvimento. Por exemplo, um dos índices avaliados com maior reconhecimento acadêmico, o BRIC, apresentou indicadores considerados inválidos ao serem submetidos a validações empíricas, de acordo com Bakkensen et al. (2017).

Dessa forma, esta pesquisa direcionou seu foco para a metodologia de avaliação e compreensão da resiliência em áreas de expansão urbana, uma vez que índice resultante não deve ser considerado final nem automaticamente replicável em qualquer contexto urbano semelhante, sendo necessário realizar análises territoriais e procedimentos de captação de dados específicos para efetuar as adaptações necessárias.

Diante da investigação das características naturais e urbanas de Icapuí, notou-se que a principal problemática está relacionada à ausência de dados sistematizados e atualizados de fácil acesso aliada à presença de uma dinâmica urbana complexa, que não poderia ser plenamente compreendida sem a realização de visitas a todas as comunidades existentes. Assim, embora idealmente fossem utilizados apenas dados oficiais, constatou-se que eles se mostraram insuficientes, sendo necessário recorrer a outras bases de dados com validação acadêmica.

Cabe ressaltar que, durante o processo de captação de dados, o atraso na disponibilização do Censo 2022 tornou necessário recorrer a outras bases para a obtenção de informações oficiais para a caracterização municipal. Nesse contexto, foram utilizados o relatório de cadastro unificado gerado pelos gestores das UPAs e a aplicação de questionários em todas as comunidades, estratégias que possibilitaram a compreensão territorial mesmo diante da desatualização dos dados institucionais básicos.

A utilização da base de dados desenvolvida para o Plano Diretor de Icapuí, por meio do projeto *Modelagem da Informação para o Ordenamento e Desenvolvimento Urbano Sustentáveis em Municípios de Pequeno Porte*, financiado e apoiado pela FASTEF, mostrou-se fundamental para viabilizar as análises desta pesquisa. A experiência enfatiza a necessidade de parcerias institucionais para suprir a ausência de dados básicos essenciais às análises socioambientais, especialmente em municípios que carecem de instrumentos de planejamento.

A aplicação do índice desenvolvido e a análise das áreas de expansão identificadas demonstraram que os indicadores urbanos estão fortemente associados aos atores políticos

responsáveis pelo desenvolvimento territorial. Independentemente das características ambientais, as expansões ocorrem próximo à infraestrutura básica e à diversidade de usos em áreas urbanas, bem como em áreas rurais adjacentes a grandes propriedades agrícolas.

A percepção da resiliência identificada utiliza apenas a facilidade de acesso como variável do indicador. Embora isso permita compreender parcialmente a resiliência em áreas de expansão, para pesquisas futuras é essencial abordar de forma sistêmica os fatores urbanos selecionados. Recomenda-se incluir tipologias de material, proximidade a áreas de risco, capacidade, qualidade do serviço, regularidade de manutenção e aspectos qualitativos relacionados ao acesso, como forma de orientar e dimensionar as mudanças nos fatores urbanos identificados.

Além disso, a base de uma abordagem sistêmica é a compreensão de que todo sistema é dinâmico. Portanto, são necessárias adaptações que permitam visualizar os impactos dos indicadores de forma dinâmica, de modo que, além de possibilitar a análise da vulnerabilidade no momento, também seja possível acompanhar os impactos ao longo do tempo, oferecendo um suporte mais efetivo à tomada de decisão pela gestão local.

A identificação e caracterização das áreas de expansão, resultantes da aplicação da metodologia, possibilitaram uma avaliação da vulnerabilidade local de forma multidimensional, contemplando tanto aspectos naturais quanto socioeconômicos. Essa abordagem permitiu mapear de maneira integrada as áreas mais expostas a riscos ambientais, considerando fatores, como ocupação do solo, infraestrutura urbana, proximidade a áreas de risco e condições socioeconômicas da população. Dessa forma, a análise forneceu subsídios para compreender como diferentes dimensões do território interagem e contribuem para a vulnerabilidade, oferecendo suporte mais robusto para o planejamento urbano e a definição de estratégias de mitigação e adaptação.

Para pesquisas futuras, recomenda-se seguir a metodologia desenvolvida como um guia para os processos necessários à compreensão da vulnerabilidade local, enfatizando o papel da análise crítica na captação de dados. Ressalta-se a necessidade de realizar procedimentos de análise tanto natural quanto territorial, a fim de garantir uma avaliação abrangente e precisa. Além disso, é importante compreender as relações entre os atores do ordenamento territorial, garantindo que a avaliação seja imparcial em relação a esses agentes. Com base nisso, a metodologia pode auxiliar a gestão municipal sem ignorar evidências de negligências políticas na democratização do território.

Com o intuito de abordar a complexidade das dinâmicas territoriais presentes na cidade contemporânea, ressaltou-se a necessidade de adaptações na aplicação e na

representação dos resultados do índice gerado. Essas adaptações devem garantir que o índice seja dinâmico, flexível e de fácil atualização, permitindo que gestores locais possam utilizá-lo de maneira prática na tomada de decisão e no planejamento territorial. Portanto, a abordagem dinâmica possibilita que mudanças nos fatores urbanos sejam rapidamente incorporadas, tornando a análise mais precisa e refletindo de forma contínua a evolução do território e seus desafios.

Mesmo assim, a pesquisa demonstrou ser suscetível ao desenvolvimento da metodologia base, pois sua aplicação permite identificar áreas de maior vulnerabilidade, relacionando aspectos, como ocupação do solo, infraestrutura urbana, proximidade a áreas de risco e perfil socioeconômico da população, o que auxilia na priorização de intervenções e na definição de estratégias de mitigação adaptadas às especificidades locais. Além disso, o índice fornece subsídios para o planejamento urbano em longo prazo, permitindo que gestores municipais monitorem de forma contínua as mudanças na dinâmica territorial e ajustem políticas públicas de acordo com novos desafios e demandas. Dessa forma, além de fornecer subsídios para intervenções imediatas, a metodologia estabeleceu uma base sólida para estudos posteriores, incentivando a construção de políticas públicas mais eficazes e adaptativas alinhadas às particularidades de cada município.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Nicolas. **Gerenciamento de riscos em desastres naturais: modelos de decisão multicritério e baseado em agente para gestão emergencial de inundações**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2021.
- ALMEIDA, Paula Emília Gomes de. A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: os desastres como problema político. *In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA POLÍTICA*, 1., 2015, Porto Alegre. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência Política**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. p. 1 - 22. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/sicp/wp-content/uploads/2015/09/ALMEIDA-Paula-Em%C3%ADlia-G.-A-Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Prote%C3%A7%C3%A3o-e-Defesa-Civil-desastres-como-um-problema-pol%C3%ADtico.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2025.
- ANTUNES, Flávia. O Ciclo de Políticas Públicas. **Gestão em Pauta**, v. 41, coleção Memórias, 2006.
- BAKKENSEN, Laura A *et al.* Validating Resilience and Vulnerability Indices in the Context of Natural Disasters. **Risk Analysis**, v. 37, n. 5, p. 982–1004, 2017.
- BECK, Ulrich, **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BOZZA, Anna; ASPRONE, Domenico; MANFREDI, Gaetano. Developing an integrated framework to quantify resilience of urban systems against disasters. **Natural Hazards**, v. 78, n. 3, p. 1729–1748, 2015.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2025]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 27 ago. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 5.376, de 17 de fevereiro de 2005**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC e o Conselho Nacional de Defesa Civil, e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2005a. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5376.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5376.htm)>. Acesso em: 27 ago. 2025.
- BRASIL. Defesa Civil Nacional. **Conceitos e práticas para o Gerenciamento de Desastres no âmbito municipal**, 1. ed. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2024a.
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2001. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm)>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2012. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm)>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia Estatuto da Cidade e Regularização Fundiária.** Brasília: MCID, 2005b. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/regularizacao-fundiaria/808-guias-cartilhas-e-manuais.html>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).** Brasília, DF: Sedec, 1999. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU\\_cobrade2.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil: 1991 a 2024.** 2024b. Disponível em: <<https://atlasdigital.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 1 set. 2025.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Erodibilidade dos solos do Brasil.** [20--]. Disponível em: <<https://geoportal.sgb.gov.br/>>. Acesso em: 1 set. 2025.

CARMO, Roberto do; VALENCIA, Norma. **Segurança Humana no Contexto dos Desastres.** São Carlos: RiMa Editora, 2014.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade Em Rede.** São Paulo: Paz E Terra, 1999.

CHANG, Jun *et al.* Multi-Disaster Integrated Risk Assessment in City Range—A Case Study of Jinan, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 4, p. 3483, 2023.

CICCOTTI, Larissa *et al.* Building indicators of community resilience to disasters in Brazil: a participatory approach. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e01231, 2020.

COLTEN, Craig E.; KATES, Robert W.; LASKA, Shirley B. Three Years after Katrina: Lessons for Community Resilience. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 50, n. 5, p. 36–47, 2008.

COMER, Danielle; GREENE, J. Scott. The development and application of a land use diversity index for Oklahoma City, OK. **Applied Geography**, v. 60, p. 46–57, 2015.

CRED, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **EM-DAT and the CRED.** [20--]. Disponível em: <<https://doc.emdat.be/docs/about/emdat-and-the-cred/>>. Acesso em: 1 set. 2025.

CUTTER, Susan L. *et al.* A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 4, p. 598–606, 2008.

CUTTER, Susan L.; BURTON, Christopher G.; EMRICH, Christopher T., Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v. 7, n. 1, 2010.

DERKZEN, Marthe L.; VAN TEEFFELLEN, Astrid J. A.; VERBURG, Peter H. Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences? **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 106–130, 2017.

DIAS, Felipe Teixeira; PEREIRA, Deborah Marques; GUERRA, José Baltazar Salgueirinho Osório De Andrade. Entre crescimento urbano e desenvolvimento sustentável: a urbanização, o problema ambiental e a nova agenda urbana. **Revista de Ciências da Administração**, v. 1, n. Especial, p. 1–12, 2024.

DUFLO, Esther. Schooling and Labor Market Consequences of School Construction in Indonesia: Evidence from an Unusual Policy Experiment. **American Economic Review**, v. 91, n. 4, p. 795–813, 2001.

EAKIN, H.C.; LEMOS, M.C.; NELSON, D.R., Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, v. 27, p. 1–8, 2014.

EIRD, Estratégia Internacional para a Redução dos Desastres. **Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres**. 2005. Disponível em: < [https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeHyogoPortugues20052015.pdf](https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeHyogoPortugues20052015.pdf) >. Acesso em: 27 ago. 2025.

EIRD, Estratégia Internacional para a Redução dos Desastres. **Marco de Sendai para a Redução de Risco de Desastres (2015/2030)**. 2015. Disponível em: <<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

FERENTZ, Larissa Maria da Silva; GARCIAS, Carlos Mello. Indicadores de resiliência a riscos e desastres: instrumentos globais para o enfrentamento de eventos extremos. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 10, p. 490–511, 2020.

FIELD, Robert D. *et al.* Evaluating climate model performance in the tropics with retrievals of water isotopic composition from Aura TES. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 16, p. 6030–6036, 2014.

FREITAS, Clarissa F. Sampaio. Regulações territoriais e expansão urbana informal: é possível preservar e incluir? **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 19, 2017.

FURTADO, Janaína; OLIVEIRA, Marcos de; DANTAS, Maria Cristina *et al.* **Capacitação Básica em Proteção e Defesa Civil**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 5 ed, 2014.

GENELETTI, Davide; ZARDO, Linda. Ecosystem-based adaptation in cities: An analysis of European urban climate adaptation plans. **Land Use Policy**, v. 50, p. 38–47, 2016.

GODOY, Jeane Aparecida Rombi De; BENINI, Sandra Medina. Resiliência urbana: políticas para enfrentar desastres naturais e mudanças climáticas. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 1, p. e775, 2024.

GOOGLE SATÉLITE. **Google Maps**. [20--]. Disponível em: <google.com/maps/>. Acesso em: 19 de maio de 2025.

HEIDE, Erik Auf der; SCANLON, Joseph. Health and Medical Preparedness and Response. *In*: WAUGH, William L.; TIERNEY, Kathleen J. **Emergency Management: Principles and Practice for Local Government**, Washington, D.C.: International City Managers' Association, 2 ed., p. 183–206, 2007.

HOWLETT, M.; RAMESH, M. **Studying Public Policy: Policy cycles and policy sub-systems**. Oxford: Oxford University, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades do Ceará. **Panorama de Icapuí**. [202-]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/icapui/panorama>. Acesso em: 27 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE explica. **Produto Interno Bruto**. 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 27 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal e das Unidades da Federação do Brasil**. 2024. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

INSTITUTO DE ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN – UFC. **Base de dados: Projeto Modelagem da Informação para o Ordenamento e Desenvolvimento Urbano Sustentáveis em Municípios de Pequeno Porte**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Dados geoespaciais do Ceará**. [202-]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/>. Acesso em: 19 de maio de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Gestão. **Perfil Municipal 2017**: Icapuí. Fortaleza – Ceará: IPECE, 2018. Disponível em: <<https://acervo.fortaleza.ce.gov.br/download-file/documentById?id=2eb6fc98-f048-4219-b14f-d0fca9c84614>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Mapas temáticos do Estado do Ceará**. Fortaleza – Ceará: IPECE, [20--]. Disponível em: <<http://mapas.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 19 de maio de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Camada de Solos do Ceará**. Fortaleza – Ceará: IPECE, 2020. Disponível em: <<http://mapas.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 19 de maio de 2025.

JANNUZZI, Paulo de Martino. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 56, n. 2, p. 137-160, 2012.

JANNUZZI, Paulo Martino. **Indicadores Sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas: Alínea, 2005.

KOSTER, Sierdjan; BROUWER, Aleid E.; VAN LEEUWEN, Eveline S. Diversity as the key to success? Urban and rural employment dynamics in the Netherlands. **Regional Studies**, v. 54, n. 9, p. 1187–1199, 2020.

KYNE, Dean; ALDRICH, Daniel P. Capturing Bonding, Bridging, and Linking Social Capital through Publicly Available Data. **Risk, Hazards & Crisis in Public Policy**, v. 11, n. 1, p. 61–86, 2020.

LAUREANO, Pedro Sobrino. A ausência de fora e a recusa da catástrofe: crise ambiental e destituição dos dualismos. **Fractal: Revista de Psicologia**, v. 27, n. 2, p. 123–129, 2015.

LIMA, Silvia Maria Santana Andrade; LOPES, Wilza Gomes Reis; FAÇANHA, Antônio Cardoso. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. e20180037, 2019.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil - Coleção 9**. Brasil, 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MARTÍNEZ ALIER, Joan. **O Ecologismo Dos Pobres**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

MARTINS, Maria. **Moradia e mananciais**: tensão e diálogo na metrópole. São Paulo: FAUSP/FAPESP, 2006.

MEADOWS, Donella. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**, Hartland: The Sustainability Institute, 1998.

MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade; SANTOS, Ana Maria Ferreira. Evolução geomorfológica da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista da Associação de Geografia Teorética**, Rio Claro: SP, v. 36, n. 3, set./dez. 2011, p. 519-534.

MENONI, Scira *et al.* Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. **Natural Hazards**, v. 64, n. 3, p. 2057–2082, 2012.

MILAGRES, Lígia. Ambivalências de práticas espaciais auto-organizadas em disputas pela democratização da produção do espaço. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 18, n. 2, p. 205, 2016.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. Desnaturalizando o desastre: as diferentes concepções teóricas que envolvem o conceito de desastre natural. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 1, p. 40–54, 2019.

MORETTI, Ricardo. **Normas urbanísticas para a habitação de interesse social: recomendações para elaboração**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Relatório Anual 2022 do ONU-Habitat**. Brasília: Nações Unidas Brasil, 2023. Disponível em: <<https://relatorio-anual-2022.netlify.app/>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

NASCIMENTO, Mayara Silva; OLIVEIRA, Wilson José Ferreira de. Arenas públicas, atores sociais e saber técnico na formulação de políticas ambientais. **Mediações - Revista de Ciências Sociais**, p. 259–283, 2019.

NEDER, Eduardo Alves *et al.* Urban adaptation index: assessing cities readiness to deal with climate change. **Climatic Change**, v. 166, n. 1–2, p. 16, 2021.

NORRIS, Fran H. *et al.* Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. **American Journal of Community Psychology**, v. 41, n. 1–2, p. 127–150, 2008.

OLIVEIRA, Francisca Leiliane Sousa de *et al.* Cenários multirrisco: uma iniciativa de pesquisa participativa no contexto da emergência climática. **arq.urb**, n. 38, p. 42–55, 2023.

OPENSTREETMAP. **Dados geográficos colaborativos**. [S.l]: OpenStreetmap Contributors, [20--].

ROLNIK, R. (Org.). **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 1. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, v. 1, 274p, 2001.

ROSENZWEIG, Cynthia *et al.* (Orgs.). **Climate change and cities: second assessment report of the Urban Climate Change Research Network**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2018.

SANTOS, Ana Maria Ferreira dos. **Geotecnologias para a gestão pública: uma aplicação em Icapuí/CE**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHERER, Rebeca. **Sistematização crítica do conjunto dos trabalhos:** contribuição para a abordagem interdisciplinar na área de urbanização e planejamento territorial e urbano. 1995. Livre Docência em Estruturas Ambientais Urbanas - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SOUSA, Leonardo Igor de; MUNIZ, Kilvia. Avanço do mar destrói casas e ameaça praias paradisíacas de Icapuí, no Ceará. **G1**, Ceará, 4 de fev.2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2024/02/04/avanco-do-mar-destroiu-estruturas-e-ameaca-praias-paradisiacas-de-icapui-no-ceara.ghtml>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SECRETARY-GENERAL. **Report of Open-ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology relating to Disaster Risk Reduction.** United Nations General Assembly, Estados Unidos, 2016.

SHIOZAKI, Yuto *et al.* A systematic literature review of empirical validation of disaster resilience indicators. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 111, p. 104681, 2024.

SONG, Yang *et al.* Developing an indicator system and assessing China's progress on climate change adaptation in 2010–2022 from dual-dimension. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 26, p. 100613, 2025.

SOUZA, Celina. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, v. 8, n. 16, 2006.

STANGHERLIN, Matheus; FERRARESI, Camilo Stangherlin. Direito à cidade e desastres naturais: o ODS 11 como possibilidade de (re) organização urbana no cenário das pequenas cidades (resilientes). **Revista JurisFIB**, v. 12, n. 12, 2021.

SYLVES, Richard; BÚZÁS; Zoltán. Presidential Disaster Declaration Decisions, 1953-2003: What Influences Odds of Approval? **State and Local Government Review**, v. 39, n. 1, 2007.

TORQUATO, Thais Silva *et al.* A dinâmica de movimentos ambientalistas: o caso do movimento ambiental no Município de Icapuí/CE. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e3879108069, 2020.

WORLD BANK. **Learning from Experience Insights from China's Progress in Disaster Risk Management.** Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development /The World Bank, 2020.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Atlas da Mortalidade e Perdas Econômicas de Extremos Meteorológicos, Climáticos e Hídricos (1970-2019).** Genebra: WMO, 2021. Disponível em: <[https://library.wmo.int/viewer/57564/download?file=1267\\_Atlas\\_of\\_Mortality\\_en.pdf&type=pdf&navigator=1](https://library.wmo.int/viewer/57564/download?file=1267_Atlas_of_Mortality_en.pdf&type=pdf&navigator=1)>. Acesso em: 27 ago. 2025.

UN-HABITAT, United Nations Human Settlements Programme. **Urbanization and development: emerging futures.** World Cities Report 2016. Nairobi, Kenya: UN-Habitat, 2016.

UNDRR, United Nations Office for Disaster Risk. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022**. Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future. 1st ed. Bloomfield: United Nations Publications, 2022.

UUSIKYLÄ, Petri; TOMMILA, Paula; UUSIKYLÄ, Ida. Disaster Management as a Complex System: Building Resilience with New Systemic Tools of Analysis. *In*: LEHTIMÄKI, Hanna; UUSIKYLÄ, Petri; SMEDLUND, Anssi (Orgs.). **Society as an Interaction Space**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2020. v. 22 p. 161–190.