



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



FLÁVIO TEIXEIRA LIMA

**ANÁLISE ESPACIAL DAS ÁREAS DE RISCO EM MANAUS: APLICAÇÃO DO
ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL COMO INSTRUMENTO
DE GESTÃO ESTRATÉGICA NA REDUÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES**

MANAUS/AM
2026

FLÁVIO TEIXEIRA LIMA

ANÁLISE ESPACIAL DAS ÁREAS DE RISCO EM MANAUS: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO ESTRATÉGICA NA REDUÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para a obtenção do título de Doutor em Geografia. **Área de concentração:** Amazônia: Território e Ambiente

Linha de Pesquisa 2: Domínios da Natureza na Amazônia.

Orientadora: Profa. Dra. Adorea Rabello da Cunha Albuquerque

MANAUS/AM

2026

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

-
- L732a Lima, Flávio Teixeira
Análise espacial das áreas de risco em Manaus: aplicação do índice de vulnerabilidade socioambiental como instrumento de gestão estratégica na redução dos riscos de desastres / Flávio Teixeira Lima. - 2026.
132 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Adorea Rabello da Cunha Albuquerque.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Manaus, 2026.
1. Pobreza. 2. Perigo. 3. Urbanização. 4. Geotecnologias. I. Albuquerque, Adorea Rabello da Cunha. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título
-

FLÁVIO TEIXEIRA LIMA

ANÁLISE ESPACIAL DAS ÁREAS DE RISCO EM MANAUS: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO ESTRATÉGICA NA REDUÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia (PPGEOG) da
Universidade Federal do Amazonas (UFAM),
como requisito para a obtenção do título de
Doutor em Geografia. Linha de Pesquisa 2:
Domínios da Natureza na Amazônia

Aprovada em: 29/05/2026

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Adorea Rebello da Cunha Albuquerque

Presidente

Universidade Federal do Amazonas- UFAM



Documento assinado digitalmente

ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE

Data: 01/06/2026 09:45:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Edgard Soares da Silva

Membro Titular

SEMED-Manaus



Documento assinado digitalmente

EDGARD SOARES DA SILVA

Data: 02/06/2026 12:06:48-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Jesuete Pacheco

Brandão

Membro Titular

Universidade Federal do Amazonas-UFAM



Documento assinado digitalmente

JESUETE PACHECO BRANDAO

Data: 01/06/2026 21:59:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Camilo Ramos de Souza

Membro Titular

CEST/UEA



Documento assinado digitalmente

JOSE CAMILO RAMOS DE SOUZA

Data: 01/06/2026 10:08:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Mírcia Ribeiro Fortes

Membro Titular

Universidade Federal do Amazonas- UFAM



Documento assinado digitalmente

MIRCIA RIBEIRO FORTES

Data: 01/06/2026 19:38:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dedico este trabalho à minha esposa Juciane, minhas filhas Flávia, Sarah e Isabelle. Minha mãe Maria Joaquina e ao meu pai Raimundo Gomes (in memoriam). Aos meus irmãos Antônio Fábio, Fabiana e Laura. Aos amigos que sempre acreditaram e torceram pelas minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Dra. Adorea Rebello da Cunha Albuquerque, pela orientação, dedicação e imensa contribuição ao longo de toda a trajetória do doutorado, fundamentais para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM (PPGEOG-UFAM), pela oportunidade de formação acadêmica e pelo suporte institucional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Código de Financiamento 001), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao CNPq pelo apoio financeiro ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM (PPGEOG-UFAM).

Ao Programa Qualifica da Secretaria Municipal de Educação de Manaus (SEMED), pela colaboração na concessão da licença para cursar o doutorado, possibilitando maior dedicação às atividades acadêmicas e ao desenvolvimento desta pesquisa.

À Professora Dra. Jesuete Pacheco, do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM, pela valiosa contribuição durante a fase de qualificação, por meio de suas observações e sugestões, que contribuíram para o aprimoramento desta pesquisa.

RESUMO

Esta tese investigou a vulnerabilidade socioambiental na cidade de Manaus, buscando compreender o aumento das ocorrências de desastres nos últimos anos. O objetivo principal consistiu no desenvolvimento de um sistema de análise espacial, a partir da criação de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, com a finalidade de auxiliar na formulação de estratégias eficazes para a prevenção e mitigação dos impactos de desastres. Além disso, a pesquisa caracterizou e avaliou a distribuição espacial das áreas de risco; mapeou a vulnerabilidade socioambiental de Manaus por meio da integração de indicadores sociais, econômicos e ambientais; e analisou as políticas de gestão e enfrentamento de desastres na cidade. A pesquisa adotou a abordagem metodológica do Sistema Ambiental Urbano (SAU), aliada às técnicas de geoprocessamento. Essa integração possibilitou a organização de múltiplas variáveis e a obtenção de informações espaciais. Foram utilizadas, ainda, técnicas de análise espacial como densidade de kernel, uso de ferramentas de gerenciamento de dados, imagens de satélite via Google Earth Pro e aplicações em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os resultados indicam que as Zonas Norte e Leste de Manaus apresentam os maiores desafios relacionados à gestão e à implementação de políticas públicas, em virtude de concentrarem maior número de pessoas em risco, aproximadamente 95 mil de um total de 121.111 indivíduos identificados nessa condição para a cidade de Manaus. Além disso, essas zonas concentram 344 dos 483 setores de risco identificados pelo Serviço Geológico do Brasil e pela Defesa Civil de Manaus. Essas zonas também reúnem bairros com os mais elevados indicadores de vulnerabilidade socioambiental, como Tancredo Neves (0,491), Jorge Teixeira (0,438) e Distrito Industrial II (0,408) pertencentes à classe de alta vulnerabilidade. Dessa forma, configuram-se como áreas prioritárias para a implementação de ações voltadas à redução dos riscos de desastres. A pesquisa também identificou limitações e fragilidades nas políticas de gestão de riscos e enfrentamento de desastres, com destaque para as ações corretivas ou imediatistas e necessidade de ampliação de ações de longo prazo. Porém, houve algumas ações importantes, como as desenvolvidas pelo Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM) e, atualmente, pelo PROSAMIN+, com o objetivo de mitigar impactos associados aos riscos por meio de intervenções de requalificação urbanística e habitacional, porém em áreas específicas da cidade. Além da implementação do sistema de alerta da Defesa Civil municipal. Manaus apresenta elementos significativos de vulnerabilidade socioambiental, o que mostra a necessidade de políticas públicas de curto, médio e longo prazo, voltadas à redução das vulnerabilidades e à ampliação dos programas que possam diminuir a vulnerabilidade e as desigualdades socioespaciais. Nesse contexto, a pesquisa permitiu identificar e espacializar fatores que dificultam a resiliência urbana frente a eventos que influenciam diretamente a vulnerabilidade das pessoas e contribuem para o aumento da suscetibilidade aos desastres. Assim, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental configura-se como instrumento eficaz de apoio à gestão estratégica do território, que permite identificar padrões de vulnerabilidade, priorizar áreas críticas e orientar políticas públicas preventivas e de fortalecimento das ações de redução de riscos de desastres em Manaus, além de poder ser adaptado e aplicado a outras cidades da região amazônica, que também enfrentam problemas com riscos de desastres.

Palavras-chave: Pobreza; Perigo; Urbanização; Geotecnologias.

ABSTRACT

This dissertation studied socioenvironmental vulnerability in Manaus, Brazil. It aimed to understand the increase in the number of disasters in recent years. The main objective was to develop a system of spatial analysis based on a socioenvironmental vulnerability index to assist in elaborating efficient strategies to prevent and mitigate the impact of disasters. In addition, the research characterized and assessed the spatial distribution of risk areas; mapped socioenvironmental vulnerability in Manaus by integrating social, economic, and environmental indicators; and analyzed policies for managing and mitigating disasters in the city. The study adopted the Urban Environmental System (UES) methodological approach, together with geoprocessing techniques. This integration enabled the organization of multiple variables and the collection of spatial information. In addition, the research used other spatial analysis techniques, including kernel density, data management tools, satellite images retrieved from Google Earth Pro, and applications within a geographic information system (GIS). The results show that the North and East areas of Manaus are more challenging than the other areas for disaster policy management and implementation because they concentrate the majority of the city's population at risk, approximately 95,000 out of the 121,111 individuals at risk identified in Manaus. In addition, these areas concentrate 344 out of the 483 risk sectors identified by the Geological Survey of Brazil and the Civil Defense of Manaus. The North and East areas have the neighborhoods with the highest socioenvironmental vulnerability indicators, which fall into the high-vulnerability class – such as Tancredo Neves (0.491), Jorge Teixeira (0.438), and the Industrial District (0.408). Therefore, these areas should be prioritized for the implementation of actions to reduce the risk of disasters. The research also identified limitations and weaknesses in risk management and disaster response policies, particularly the predominance of corrective or short-term actions and the need to expand long-term initiatives. However, some important measures have been implemented, such as those developed through the Social and Environmental Program for the Igarapés of Manaus (PROSAMIM) and, more recently, through PROSAMIN+, which aim to mitigate risk-related impacts through urban redevelopment and housing interventions, although these initiatives have been implemented only in specific areas of the city. Another important action is the implementation of the municipal civil defense alert system. Manaus presents significant elements of socioenvironmental vulnerability that require short-, medium-, and long-term policies designed to reduce vulnerabilities and expand programs aimed at reducing both vulnerabilities and sociospatial inequalities. The study identified and mapped factors that undermine urban resilience in the face of events that directly influence people's vulnerability and increase their exposure to disasters. Thus, the socioenvironmental vulnerability index is shown to be an effective tool for supporting the strategic management of territory, enabling the recognition of vulnerability patterns, the prioritization of critical areas, and the guidance of preventive public policies and the strengthening of disaster risk reduction actions in Manaus. In addition, the index can be adapted and applied to other cities in the Amazon region that also face disaster risk problems.

Keywords: Poverty; Hazard; Urbanization; Geotechnologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais conceitos em gestão de riscos de desastres.....	23
Figura 2 - Evolução demográfica de Manaus 1950 a 2025.....	28
Figura 3 - Processos de variação do nível de um rio.....	35
Figura 4 - Mapa da concentração de pessoas por bairros de Manaus 2022.	37
Figura 5 - Representação de componentes numa análise espacial.	43
Figura 6 - Representação do Sistema Ambiental Urbano.	48
Figura 7 - Localização de Manaus.....	57
Figura 8 - Rede hidrográfica de Manaus.	59
Figura 9 - Faixas de vulnerabilidades.....	62
Figura 10 - Processo de cálculo da média do índice de vulnerabilidade socioambiental.....	65
Figura 11 - Áreas de risco em Manaus 2012 e 2019, AM.....	70
Figura 12 - Áreas de risco em Manaus 2025: grau de risco (A) e tipologia dos riscos (B). ...	71
Figura 13 - Domicílios e população em risco por zona de Manaus em 2025.	73
Figura 14 - Pontos de ocorrências de desastres em 2010 (A) e 2011(B) em Manaus, AM. ...	75
Figura 15 - Números de óbitos em desastres em Manaus de 2007 a 2024.....	76
Figura 16 - Comunidade Pingo d'Água e seu processo evolutivo até o desastre em 2023.....	77
Figura 17 - Eventos causadores de desastres em Manaus de 2007 a 2024.....	78
Figura 18 - Impactos dos desastres em Manaus: Afetados e desabrigados ou desalojados de 2007 a 2024.	79
Figura 19 - Índice de vulnerabilidade: infraestrutura (A), abastecimento de água (B), esgotamento sanitário (C) e coleta de lixo (D).	82
Figura 20 - Mapa de vulnerabilidade ao Capital Humano e áreas de risco 2025 (A), vulnerabilidade ao grupo de crianças menores de 11 anos e idosos maiores de 60 anos (B) e mapa de vulnerabilidade ao analfabetismo (C).	84
Figura 21 - Mapa da vulnerabilidade ao desemprego em Manaus em 2025.....	86

Figura 22 - Vulnerabilidade para grupo de renda de até meio salário-mínimo em Manaus-IBGE (2010).	87
Figura 23 - Mapa de vulnerabilidade: quanto ao ambiente (A), quanto à densidade demográfica (B), quanto à quantidade de áreas de risco (C) e quanto ao número de indivíduos em risco... 89	
Figura 24 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental dos bairros de Manaus em 2025.	90
Figura 25 - Vulnerabilidade socioambiental e áreas de risco de Manaus em 2025.	92
Figura 26 - Vulnerabilidade socioambiental das áreas de risco de Manaus em 2025.....	93
Figura 27 - Mapa do Índice de vulnerabilidade socioambiental e a densidade de domicílios em riscos.....	96
Figura 28 - Domicílios em áreas de risco e áreas consideradas favelas em Manaus em 2025.	98
Figura 29 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a movimento de massa em Manaus em 2025.....	100
Figura 30 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a inundação em Manaus em 2025.	101
Figura 31 - Mapa Modelo Digital de Terreno-MDT(TIN) de Manaus.	102
Figura 32 - Transformações espaciais: Parque Largo Mestre Chico.....	110
Figura 33 - Mudanças espaciais de infraestrutura na Bacia do Quarenta.	111
Figura 34 -Zonas de implantação de projetos do PROSAMIM.	112
Figura 35 - Conjunto habitacional na comunidade da Sharp no bairro Armando Mendes, Manaus, AM.	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do Sistema Ambiental Urbano.	49
Tabela 2 - Categoria dos índices de vulnerabilidade socioambiental.....	62
Tabela 3 - Características das áreas de risco por período de levantamento.	72

SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
DCP	Carbon Disclosure Project
GINI	Coeficiente para calcular a desigualdade de distribuição de renda
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
IVSA	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
ONU-HABITAT	United Nations Human Settlements Programme
PIB	Produto Interno Bruto
PIM	Polo Industrial de Manaus
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROSAMIM	Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus
PROSAMIN+	Programa Social e Ambiental de Manaus e Interior
S.A. U	Sistema Ambiental Urbano
SAR	Radar de Abertura Sintética
SGB	Serviço Geológico do Brasil
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNDP	United Nations Development Programme

VANTs	Veículo(s) Aéreo Não Tripulado
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZFM	Zona Franca de Manaus

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
2 CONTEXTO DAS ÁREAS DE RISCO A DESASTRE EM MANAUS.....	22
2.1 Compreendendo os fatores dos riscos e a necessidade de gestão	22
2.2 As áreas de risco em Manaus e seu contexto socioespacial.....	25
2.3 Investigações sobre áreas de risco em Manaus	31
3 ANÁLISE ESPACIAL PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO NA PERSPECTIVA DO SISTEMA AMBIENTAL URBANO (SAU).....	42
3.1 A integração entre Análise espacial, planejamento e a gestão urbana.....	42
3.2 Sistema Ambiental Urbano(SAU) e sua integração com indicadores e índices	47
4 METODOLOGIA.....	57
4.1 Descrição da área de estudo	57
4.2 Procedimentos metodológicos	60
4.3. Declaração de transparência de uso de Inteligência Artificial (IA)	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	69
5.1 Análise a dinâmica das áreas de risco e sua influência na ocorrência de desastres	69
5.2 Vulnerabilidade socioambiental nas áreas de risco por meio de índices	81
5.3 Identificação de zonas prioritárias para intervenção de acordo com a vulnerabilidade e exposição aos riscos.....	95
5.4 Análise das políticas de gestão e enfrentamento dos desastres em Manaus	104
CONCLUSÕES.....	115
REFERÊNCIAS	119

INTRODUÇÃO

Os desastres são fenômenos que podem causar inúmeros impactos para as sociedades, principalmente nas cidades, podendo gerar problemas na infraestrutura urbana, perda de moradias, saúde pública, danos econômicos e até mesmo a morte de indivíduos.

As ocorrências de desastres estão se tornando cada vez mais frequentes no mundo, com maior intensidade de seus impactos nos países mais pobres ou em desenvolvimento, devido possuírem algumas características que são agravantes como o grande número de indivíduos na linha de pobreza ou abaixo dela, elevada densidade demográfica nos centros urbanos, crescimento urbano sem planejamento e dificuldades na gestão dos riscos por parte do poder público.

Os fenômenos naturais, como chuva intensa, tornados ou furacões somente causam danos porque, na sua abrangência geográfica, encontram populações com características particulares de vulnerabilidade, associadas à pouca gestão dos riscos, o que faz com que os desastres sejam considerados, por diversos autores e áreas do conhecimento, como desastres socioambientais e não desastre naturais, como ainda é difundido, principalmente, pelos meios de comunicação.

Os desastres naturais são considerados pela ONU (2015) como um dos grandes desafios no desenvolvimento socioeconômico e sustentável de muitas nações. Neste sentido, a organização internacional criou mecanismos para apoiar governantes na redução do risco de desastre, como, por exemplo, o Marco de Sendai, um acordo entre países para criar e fortalecer políticas de gestão do risco de desastres. O acordo considera, ainda, que os governantes possuem papel principal na busca para reduzir o risco de desastres.

Muitas cidades ainda pecam na gestão do risco de desastres, como é o caso de Manaus, capital do estado do Amazonas. A cidade lida constantemente com os riscos de desastres. Isso se deve em virtude de muitos fatores socioeconômicos e a forma como a gestão de riscos de desastre foi gerida ao longo dos tempos, pelo poder público, o que faz com que fenômenos naturais, como chuvas intensas, provoquem sérios transtornos para a população, por desencadearem deslizamentos de terras, inundações e alagamentos.

São fenômenos que comprometem a vida e a qualidade de vida das pessoas, dificultam o desenvolvimento social e econômico, porque impactam, financeiramente, na vida das pessoas e das contas públicas, por conta das perdas de bens e nas demandas após ocorrências, como

investimento em obras de infraestrutura que devem ser construídas imediatamente (UNDRR, 2025).

Os impactos financeiros desses desastres são maiores do que as ações ou medidas de prevenção desenvolvidas ao longo dos tempos. Logo, a falta de planejamento adequado na gestão dos riscos pode comprometer o desenvolvimento de uma determinada comunidade ou até mesmo de um país. Mas, segundo a ONU (2022), infelizmente ainda existem muitas falhas na gestão dos riscos de desastres, em virtude da baixa aplicação de políticas de planejamento estratégico do espaço urbano. Essa realidade reflete no aumento de áreas de risco e ocorrências de desastres, como é o caso de Manaus no período de 2022 a 2025.

A cidade passou por um rápido crescimento demográfico nas últimas décadas, o que influenciou a expansão da área urbana, sem a infraestrutura adequada, ocasionando o surgimento de ocupações irregulares, com moradias precárias, formando, assim, inúmeras áreas de risco, que são locais com limitações de acesso aos bens e serviços necessários para sua sobrevivência, fatores que são fruto da desigualdade social acumulada ao longo de seu processo de formação socioespacial, gerando sempre uma população marginalizada e sem a devida atenção pelo poder público.

O resultado acumulado ao longo dos tempos revela fragilidades socioambientais na cidade, uma clara realidade da falta de políticas públicas voltadas ao planejamento urbano e atenção quanto à gestão dos riscos de desastres na cidade, pois os eventos ou ocorrências de desastres estão se tornando cada vez mais frequentes, gerando prejuízos econômicos, gerando impactos psicológicos, além de perdas de vidas.

A constatação de aumento das áreas de risco e dos eventos de desastres em Manaus foi dada, principalmente, nos estudos de áreas urbanizadas do MapBiomias (2023), Souza *et al.* (2024), Serviço Geológico do Brasil (2019 e 2025) e pelo Atlas brasileiro para desastres (Brasil, 2025).

Neste sentido, entende-se que existem falhas na gestão dos riscos em Manaus, resultado visível do tipo de política urbana adotada ao longo do tempo para o enfrentamento aos desastres, que proporcionou aumento nos últimos anos das ocorrências de desastres. A ampliação dos problemas exige maior atenção pelo poder público quanto ao planejamento de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento social e ambiental, o que permite que a cidade seja um ambiente mais seguro de eventos que possam causar desastres.

Priorizar o planejamento urbano e a gestão de áreas de risco requer dados e informações para apoiar as decisões. Embora o poder público disponha de dados ou informações, o que parece é que não somente em Manaus, mas também em muitas outras cidades brasileiras possuem dificuldade na gestão deles. Isso dificulta a implementação de ações que auxiliam na melhoria do planejamento territorial, bem como as aplicações de políticas de desenvolvimento social e econômico sustentável.

Nesse sentido, a Geografia aliada à tecnologia do geoprocessamento, desponta como componentes de altíssimo valor na melhoria da análise espacial, auxiliando para que os dados possam ser tratados como conjunto de informações, e não apenas valores estatísticos. Isto ocorre porque, quando os dados geoespaciais são processados ou “trabalhados”, mostram características ou tendências espaciais.

No caso da gestão dos riscos, não basta saber onde está a área de inundação, a área que alaga ou, ainda, a encosta que pode deslizar. Precisa-se de mais informações sobre o contexto social da população que habita próximo do local de perigo. Isso porque as informações sobre vulnerabilidade são elementos determinantes na gestão dos riscos, seja a vulnerabilidade do ambiente natural, seja, principalmente, a vulnerabilidade social, que é o que caracteriza o quanto uma população pode ser impactada devido à baixa capacidade de resiliência.

Assim, faz-se necessária a utilização de abordagens mais abrangentes de análise do espaço urbano. Nesse contexto, a base teórica do Sistema Ambiental Urbano (SAU) tem demonstrado enorme potencial para investigação mais ampla dos problemas urbanos, devido à sua capacidade de analisar inúmeros atributos, sejam eles naturais, socioeconômicos ou políticos.

Essa combinação entre ciência e tecnologia da informação permite dar suporte para a tomada de decisão e planejamento estratégico, ao incorporar e processar um grande volume de dados e torná-los em informações de altíssima qualidade. Isso porque muitos dados ou informações podem ser convertidos em indicadores de realidade e estes, em índices que qualificam determinada problemática. Os índices são modelagens obtidas quando se tem grandes números de variáveis a serem interligadas para gerar informações sobre determinada realidade ou fenômeno.

Assim, existem necessidades urgentes em tornar a cidade de Manaus mais segura e resiliente quanto aos eventos que possam causar desastres, principalmente devido aos efeitos das mudanças climáticas em curso, o que pode desencadear eventos mais danosos. Deve-se

incorporar ao planejamento da cidade as diretrizes da Lei 14.904/24 (Brasil, 2024) que estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima, como forma de buscar medidas que permitam que as cidades possam ser mais resilientes.

Dessa forma, o poder público precisa elaborar estratégias mais eficazes na implementação de políticas e planos integrados para prevenção, mitigação e recuperação em casos de desastres, sendo a utilização de índices e indicadores da vulnerabilidade socioambiental, instrumentos de grande importância na gestão de áreas de risco em Manaus.

Os eixos norteadores da tese são descritos nos seguintes itens:

A) Problema

Em Manaus, milhares de pessoas estão expostas aos riscos de desastres, enfrentando sérios desafios, como a insegurança, a ameaça de perda de bens, moradia e da vida. Desafios ocasionados por eventos como alagamentos, enchentes, inundações e deslizamentos de terra. São eventos que impactam direta ou indiretamente na vida de muitas pessoas, principalmente daquelas que vivem em áreas de risco, onde as condições de vulnerabilidade são maiores.

Uma problemática que é fruto da combinação de elementos socioeconômicos e de gestão territorial, tendo destaque para a expansão urbana não planejada da cidade, o que favoreceu às ocupações irregulares em áreas de encostas e vales, a falta de planejamento urbano, a desigualdade social e a pouca atenção dada para a gestão dessas áreas.

A situação é preocupante diante do aumento dos alertas e das ocorrências de desastres dos últimos anos, os quais geraram grandes prejuízos e, até mesmo, perdas de vidas, conforme os dados no Atlas Digital de Desastre no Brasil (Brasil, 2025). Esse cenário pode se agravar ainda mais em decorrência dos efeitos das mudanças climáticas, favorecendo o surgimento de eventos mais perigosos e aumentando, assim, a probabilidade de ocorrência de desastres de maior impacto para a cidade.

Esse aumento é um indicador da falta de políticas públicas voltadas à gestão dos riscos de desastres, servindo como alerta para que as autoridades possam ter maior atenção quanto à população que se encontra em áreas de risco. Buscando, assim, soluções para reduzir as ocorrências de desastres e proporcionar mais segurança aos eventos que possam causar desastres.

Embora o poder público disponha de dados ou informações sobre as áreas de risco, o que se percebe é a pouca gestão delas, bem como a pouca integração de informações entre instituições. Isso dificulta na análise espacial e, conseqüentemente, informações preciosas que

poderiam auxiliar em ações e medidas de redução de riscos ficam ausentes. Um exemplo foi o caso do desastre no bairro Jorge Teixeira, especificamente na comunidade Pingo d'Água, em 2023, que revelou o quanto as autoridades pecam na gestão de dados e informações, resultando em poucas ações.

Dessa forma, há necessidades urgentes para que sejam adotadas medidas de redução dos riscos de desastre, por meio de políticas públicas mais eficazes e que possam mitigar os efeitos dos desastres ou, ainda, tornar a cidade resiliente, necessitando, assim, de informações mais precisas para poder melhorar a gestão dessas áreas e, assim, implementar políticas públicas mais eficazes para redução dos riscos, seja a curto, médio ou longo prazo.

Assim, o foco do presente trabalho foi identificar a vulnerabilidade socioambiental da população exposta aos riscos de desastres na cidade de Manaus, a fim de espacializar os locais e classificá-los segundo suas classes de vulnerabilidade, identificando, desta forma, indicadores que contribuem para a vulnerabilidade e influenciam direta ou indiretamente no aumento das ocorrências e alertas de desastres na cidade de Manaus.

Alguns questionamentos fundamentais para o desenvolvimento das investigações estiveram relacionados aos seguintes aspectos: como está sendo a gestão das áreas de risco de Manaus? Quais são as políticas públicas voltadas para essas áreas, com a finalidade de mitigar os impactos? Quais locais são mais vulneráveis? Qual o impacto da vulnerabilidade da população exposta no dimensionamento dos riscos? Quais locais são mais vulneráveis aos eventos que possam desencadear tragédias?

B) Hipótese

Acredita-se que a falta de dados e informações possa comprometer a gestão dessas áreas, principalmente, sobre a vulnerabilidade da população, o que dificulta a formulação e implementação de políticas públicas eficazes, segundo a dinâmica de cada área.

Dessa forma, sugere-se que a integração entre as informações geradas a partir de indicadores socioambientais e das características naturais das áreas de risco de Manaus - AM possibilite melhorias significativas na análise espacial, por disponibilizar informações mais precisas na identificação de padrões de vulnerabilidade e riscos dentro dessas áreas, sendo, ainda, de extrema importância na identificação dos maiores desafios ou componentes que são potencializadores de riscos e vulnerabilidade.

Isso permite que sejam tomadas decisões mais coerentes com a dinâmica de cada comunidade ou área de risco (contribuindo para decisões mais assertivas). Assim, essa integração de informações assume papel importantíssimo na inserção e gestão de políticas públicas de curto, médio e longo prazo para que se busque a redução dos riscos de desastres na cidade, contribuindo, dessa maneira, para que haja melhoria da qualidade de vida das pessoas, principalmente daquelas mais vulneráveis.

C) Justificativa

Diante do aumento da insegurança, de alertas e ocorrências de desastres, a cidade precisa melhorar a gestão urbana, planejar melhor as ações para combater o avanço das áreas de risco, diminuir o número de ocorrências de desastres, bem como buscar alternativas para diminuir a vulnerabilidade da população mais exposta. Para alcançar essas ações, é necessário, inicialmente, realizar um diagnóstico detalhado das áreas de risco, de modo a compreender as vulnerabilidades e os riscos que afetam as populações expostas em cada área. Esse diagnóstico constitui a base para a elaboração de estratégias de intervenção mais eficazes, compatíveis com a realidade de cada comunidade de acordo com a vulnerabilidade e os riscos.

Nesse contexto, torna-se essencial compreender a distribuição espacial dessas áreas vulneráveis e identificar os fatores socioambientais que mais contribuem para o agravamento dos riscos. A análise espacial, por meio da integração de indicadores socioambientais, torna-se uma ferramenta estratégica para o planejamento urbano e a tomada de decisões baseadas em evidências, permitindo a priorização de intervenções em espaços mais fragilizados social e ambientalmente.

Assim, o presente trabalho justificou-se pela necessidade de fortalecer a gestão de riscos de desastres em Manaus, identificando espaços vulneráveis, que precisam de ações preventivas e corretivas mais eficazes, com base em dados geográficos e sociais integrados, por permitir o cruzamento de dados de indicadores que possibilitam a geração de informações que possam dimensionar espacialmente e temporalmente o grau de vulnerabilidade dos bairros da cidade de Manaus. Dessa forma, contribui, também, para o monitoramento dos índices ao longo dos tempos, sendo instrumento de gestão democrática, por permitir o acompanhamento e a avaliação das políticas desenvolvidas sobre os indicadores que compõem os índices.

Dessa forma, contribui para uma abordagem de planejamento territorial orientada por índices de vulnerabilidade, quando se trata de ações de mitigar ou erradicar fragilidades sociais e ambientais, mostrando sua disposição no espaço e apontando tendências dos eventos. Sendo

suas principais vantagens a rápida produção de informações e, conseqüentemente, maior agilidade nos processos de tomadas de decisões por representar a informação espacial e, assim, gerar novos produtos cartográficos que possam apoiar políticas públicas mais equitativas, resilientes e alinhadas com os princípios de sustentabilidade e justiça socioambiental da Agenda 2030 (ODS).

Assim sendo, as informações são fundamentais para toda a sociedade, desde os segmentos da população que vivem diretamente em comunidades localizadas em áreas de risco até governos, por meio de secretarias e seus profissionais responsáveis pelo planejamento urbano, além de pesquisadores, Defesa Civil, equipes de saúde, dentre outros que podem ter acesso a informações conforme suas necessidades e atribuições.

Neste sentido, a presente pesquisa tem potencial de trazer grandes contribuições para a gestão e sistematização do território na Amazônia brasileira, em especial do meio urbano, onde as cidades ainda carregam características de alta vulnerabilidade social em meio às peculiaridades climatológicas locais. Considerando que a aliança entre geoprocessamento e as abordagens do Sistema Ambiental Urbano (SAU) amplia o poder da análise espacial por meio da disponibilidade de informações essenciais ao planejamento estratégico, melhorando as ações preventivas, monitoramento e de resposta aos eventos que possam gerar danos.

D) Objetivos

➤ Geral:

- ✓ Desenvolver um sistema de análise espacial das áreas de risco de desastres em Manaus - AM, a partir da criação do índice de vulnerabilidade socioambiental, resultante da integração de indicadores como suporte para a formulação de estratégias eficazes na prevenção e mitigação de impactos de desastres.

➤ Específicos

- ✓ Caracterizar as áreas de risco de desastres e sua influência na ocorrência de desastres;
- ✓ Mapear a vulnerabilidade socioambiental dos bairros na cidade de Manaus;
- ✓ Identificar zonas prioritárias para intervenção de acordo com a vulnerabilidade e exposição aos riscos;
- ✓ Analisar as políticas de gestão e enfrentamento dos desastres de Manaus.

2 CONTEXTO DAS ÁREAS DE RISCO A DESASTRE EM MANAUS

2.1 Compreendendo os fatores dos riscos e a necessidade de gestão

As cidades são lugares com maior probabilidade de ocorrência de desastres devido à grande concentração de pessoas. Os desastres são definidos, segundo Escritório da ONU para Desastres (UNDRR, 2016), como graves perturbações no funcionamento de uma comunidade, em qualquer escala, devido a eventos ou fenômenos naturais que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, podendo gerar diversas perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais.

Mas a grande questão não é somente o elevado número de pessoas vivendo nas cidades, mas sim, as condições socioeconômicas nas quais se encontram. Essa associação requer atenção quanto à implementação de ações que possam diminuir a exposição das pessoas aos riscos de desastres, evitando, assim, eventos que possam causar mortes, perdas ou danos.

Conforme o Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (UNDRR, 2022), até 2030, 60% da população mundial viverá em áreas urbanas. Isto faz com que haja demanda cada vez maior por políticas públicas focadas no desenvolvimento urbano ou no planejamento de ações que priorizem o bem-estar das pessoas.

Entretanto, segundo o relatório da ONU (2023) sobre sustentabilidade, o que se observa é que os espaços urbanos estão cada vez mais repletos de problemas, com o número de ocorrências de desastres aumentando. Isto se deve, em parte, à má condução na gestão desses espaços, o que dificulta o desenvolvimento e a resiliência das cidades.

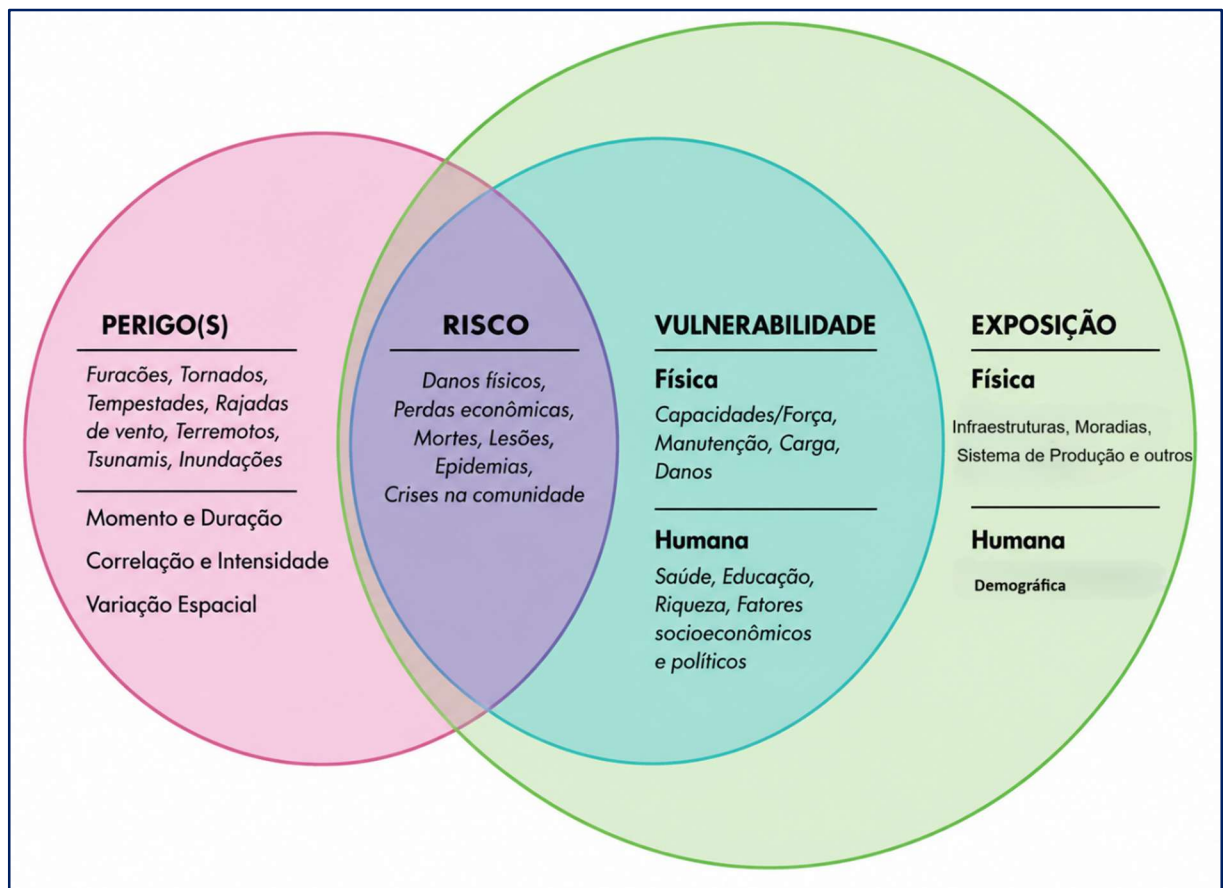
A resiliência urbana é fundamental no atual quadro das mudanças climáticas e pode ser entendida como “a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a perigos de resistir, absorver, acomodar, adaptar-se, transformar e se recuperar dos efeitos de um perigo de forma oportuna e eficiente, inclusive através da preservação e restauração de suas estruturas e funções básicas essenciais, através da gestão de riscos” (UNDRR, 2016).

Um dos destaques no conceito diz respeito à gestão dos riscos, um tema que exige atenção e deve ser implementado da forma mais eficiente possível. Onde a existência da resiliência urbana ocorre, mediante a capacidade de gerir bem os riscos, desde a prevenção até a recuperação, em caso de ocorrência de eventos.

Outros conceitos e definições importantes são os de risco e perigo. O primeiro é a probabilidade de ocorrerem consequências danosas ou perdas resultantes de interações entre um evento natural e as condições de vulnerabilidade local (UNDRR, 2023). Já o segundo se refere a processos, fenômenos ou atividades humanas que possam causar perda de vidas, lesões ou outros impactos na saúde, danos à propriedade, ruptura social e econômica ou degradação ambiental (UNDRR, 2024).

Os termos podem ser diferenciados a partir do entendimento que o perigo é a fonte de potencial dano, enquanto o risco envolve a probabilidade de exposição e condições associadas à vulnerabilidade de um indivíduo ou comunidade à fonte perigosa. A relação entre os conceitos citados pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 - Principais conceitos em gestão de riscos de desastres.



Fonte: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-020-00320-8/figures/1>.

A partir da Figura 1, pode ser entendido que os riscos de desastres possuem conexão com diversos fatores condicionantes. Entretanto, os atenuantes dos impactos dos fenômenos naturais são condicionantes ligados, diretamente, às condições sociais dos indivíduos, ou seja,

o perigo vai sempre existir, mas o que não pode existir sempre é a condição de vulnerabilidade e exposição das pessoas, que requer ações dos governantes, por meio de políticas públicas, que possam diminuir os fatores que geram riscos.

Outro conceito importante presente na Figura 1 é o de vulnerabilidade. Em geral, a vulnerabilidade agrupa características ou condições limitadas ao acesso de bens e serviços de um indivíduo ou determinados grupos sociais, devido à combinação entre pobreza, desigualdade social e exclusão, o que compromete a qualidade de vida deles, colocando-os em situação de fragilidade.

Este conceito é definido pela ONU-HABITAT (2025) como a condição que aumenta a probabilidade de um indivíduo, uma família ou comunidade estar abaixo de um nível satisfatório de bem-estar ou a probabilidade de sofrer consequências físicas e socioeconômicas como resultado de eventos e processos de risco (como despejo forçado, crime ou inundação).

Já a definição de exposição está ligada à proximidade com o agente de perigo, ou seja, é a condição de estar localizado em uma área onde existe risco de impacto de um evento adverso, como proximidades de encostas, vulcões e outros agentes de perigo. Segundo UNDRR (2016), a exposição é a presença de pessoas, bens e infraestrutura em áreas sujeitas a riscos de desastres naturais.

Os conceitos são bases para auxiliar na condução de ações relevantes para gestão de riscos a desastres, principalmente no meio urbano. Neste sentido, a gestão das cidades deve ser alinhada com importantes documentos como os Marco de Sendai, Nova Agenda Urbana, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente o ODS 1, e o Acordo de Paris.

As cidades precisam elaborar instrumentos que possam garantir os princípios do ODS 11, que é “Cidades e comunidades sustentáveis”. Esse instrumento contém diretrizes para “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Dentre um deles, segundo a ONU (2015) está o ODS 11.1, que estabelece garantir, até 2030, o acesso à habitação segura, adequada e a preço acessível para todos, bem como aos serviços básicos e à urbanização das favelas.

Vale lembrar que a abordagem e as diretrizes do ODS 11 não são elementos determinantes para melhorar a segurança das pessoas diante dos eventos de desastres, pois existem outros fatores que devem ser tratados e aliados nesse processo. As ações implementadas devem contemplar também os ODS 1 e 13. O primeiro se refere à erradicação da pobreza, e o 13, à

tomada de medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Os três são bases para contemplar ações de combate à desigualdade e vulnerabilidade socioambiental.

Em geral, as diretrizes dos ODS são instrumentos complementares, focados no desenvolvimento social e econômico, além de enfatizarem a necessidade de tornar as cidades ambientes com maior qualidade de vida. Mas muitas cidades ainda não estão alinhadas com tais instrumentos. Em grande parte delas, ainda prevalecem problemas antigos de gestão de risco de desastres, nos quais se observa a ampliação dos problemas relacionados às ocorrências de desastres.

Portanto, compreendendo os fatores de risco e a entender a necessidade de gestão deles, é um processo indispensável para que os gestores públicos possam considerar que os riscos resultam da interação entre ameaças naturais e antrópicas, como a exposição da população e suas condições de vulnerabilidade, sendo influenciados por aspectos sociais, econômicos, ambientais e institucionais. Essa compreensão permite ações mais eficientes na gestão dos riscos e na mitigação dos impactos dos desastres.

2.2 As áreas de risco em Manaus e seu contexto socioespacial

Manaus é a cidade mais populosa da região Norte do Brasil, com aproximadamente 2.303.732 habitantes, segundo as estimativas do IBGE (2025), distribuídos em uma área territorial de 11.401,092 km² e densidade demográfica de 181,01 hab./km² (referente ao município). Entretanto, essa densidade apresenta valores maiores quando considerada apenas a zona urbana da cidade, o que aumenta a probabilidade de ocorrências de desastres, devido à alta exposição das pessoas, condicionada por taxas de densidades maiores.

A cidade de Manaus apresenta muitos contrastes socioeconômicos que refletem no modo de vida da população, bem como na situação de ocupação irregular do espaço urbano. Conforme dados do IBGE (2021), a cidade configura-se como a quinta mais rica do país, com PIB de R\$ 103,281 bilhões, o maior das regiões Norte, Nordeste e Sul, e renda per capita de R\$ 45.782,75. Contudo, o índice de GINI de 0,49 indica uma distribuição desigual da renda.

Dessa forma, Manaus constitui um espaço de segregação e exclusão socioespacial, conforme Lima (2014, p. 95) e Barbosa (2021). Neste sentido, esse processo que acompanha a formação socioespacial da cidade acaba contribuindo para a existência de muitos outros problemas, que dificultam o desenvolvimento sustentável da cidade.

A formação socioespacial da cidade está ligada a importantes ciclos econômicos. Eles serviram como elemento atrativo para pessoas de outras regiões do país. Becker e Stenner (2008) consideram que dois ciclos econômicos foram determinantes para o crescimento demográfico da cidade de Manaus. O ciclo da borracha, iniciado nas últimas duas décadas do século XIX, e a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM), a partir de 1967, uma área de livre comércio e de incentivos fiscais, passaram a ser novo propulsor da economia, elevando, assim, os atrativos populacionais para a cidade nos anos seguintes.

O ciclo da borracha permitiu forte corrente migratória para a cidade. Movimento oriundo, principalmente, dos estados do Pará, Maranhão e Ceará, de onde as pessoas chegavam atraídas pela questão do emprego, uma vez que a atividade nos seringais demandava elevada mão de obra (Manaus, p. 15, 2014; Mesquita, 2019).

Esse período permitiu grande concentração de capital, porém centrado na elite da cidade, em especial pela classe dos exportadores e comerciantes, que tinham padrão de vida de alto luxo (Figueiredo, 2017). Ainda segundo o autor, a “classe menos favorecida, os seringueiros (caboclos, indígenas e parte de imigrantes nordestinos), habitava a periferia da cidade, ocupando terrenos baldios e alagadiços, vivendo em palhoças¹ de taipa e chão batido”.

Essa é mais uma das evidências apresentadas por Santos (2023), ao considerar a cidade como produto das relações sociais e da materialidade, que contribui para a produção da pobreza, seja pelo modelo socioeconômico, ou seja, pela organização espacial. Esse processo faz com que os habitantes das periferias sejam pessoas ainda mais pobres.

Os contrastes evidenciados pelo autor mostram o quanto a pobreza e a desigualdade se manifestaram em um período, no qual a economia era favorável, mas apenas para alguns. Foi um momento de ascensão e decadência social na cidade de Manaus, criando, de certa forma, a exclusão social de uma parcela da população.

A situação agravou-se com o declínio do ciclo da borracha, ocorrido por volta de 1920. Segundo Mesquita (2019, p. 34), “as finanças do estado ficaram comprometidas, passando então à dependência do Governo Federal da época. Isso demonstra que, com as finanças arruinadas, a cidade não conseguiria manter os padrões de antes”. Dessa forma, era evidente que a população menos favorecida passaria, a partir de então, por situações precárias.

¹ Referência para uma habitação tradicional da região amazônica construída com materiais vegetais disponíveis na floresta, como madeira, palha de palmeiras e cipós.

Pois o seu declínio impactaria diretamente no nível de emprego devido o encerramento de muitas atividades, em virtude da baixa demanda pelo produto. E sem renda, naturalmente aumentaram as dificuldades para muitos trabalhadores, principalmente entre a classe dos seringueiros, momento em que se amplia a pobreza e a desigualdade, bem como as dificuldades de gestão da cidade, uma vez que as arrecadações diminuiriam consideravelmente.

De acordo com Figueiredo (2017, p. 169), “a situação mais agravante de precarização da qualidade de vida pôde ser observada com a formação da **Cidade Flutuante**², que começou em 1912 e foi evoluindo à medida que a crise da borracha se ampliava”. Era um aglomerado de casas precárias, sobre troncos de madeira, em pleno Rio Negro. Porém, em 1966, o governador do Estado, Arthur Cezar Ferreira Reis, ordenou a retirada dos moradores.

A Cidade Flutuante foi um dos primeiros indicadores do problema de déficit de moradia em Manaus e dos problemas ligados ao saneamento básico. Essa realidade seria consequência de uma economia globalizada, onde Santos (2008, p. 79) “considerava que o espaço geográfico ganha novos contornos, novas características, novas definições”, onde os atores mais poderosos se reservam os melhores pedaços do território e deixam o resto para os outros.

A relação da análise de Milton Santos com a cidade de Manaus ocorre em virtude de o comércio da borracha ser exclusivamente para a exportação, ou seja, um comércio dependente do mercado internacional. Além de possuir uma elite com elevado padrão de vida, ocupando os melhores lugares da cidade, enquanto a classe menos favorecida habitava os lugares precários da cidade.

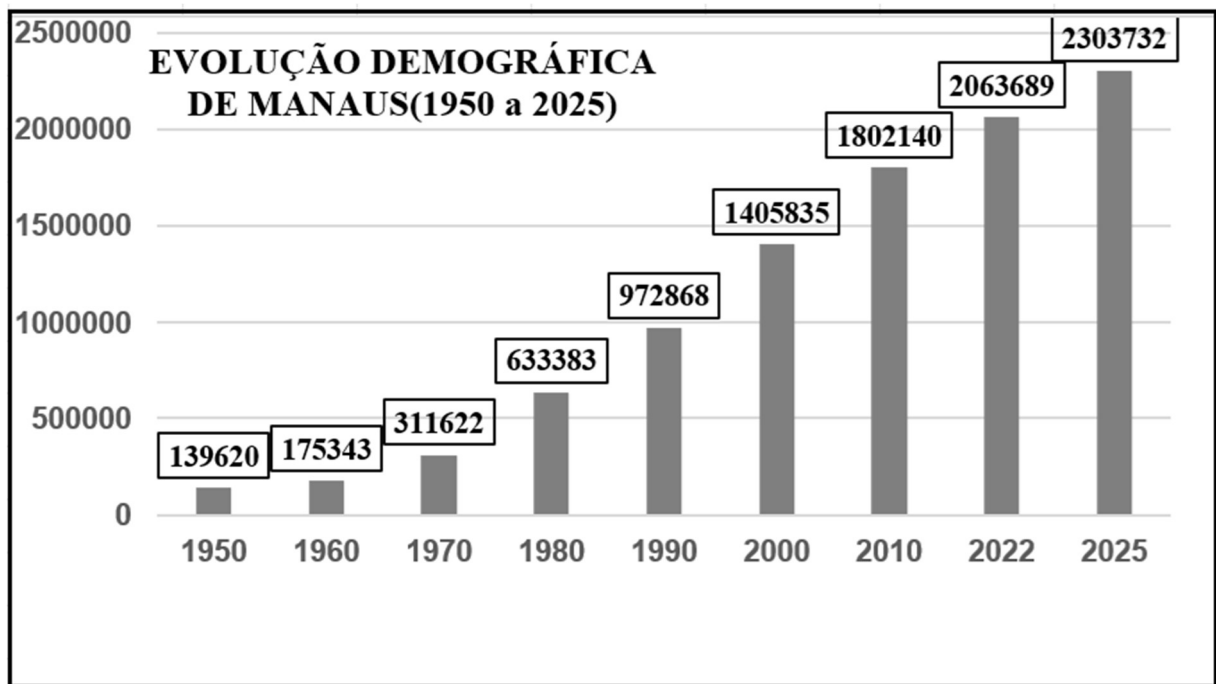
Embora a economia da borracha tenha contribuído, em parte, com a modernização da cidade, também deixou marcas na sociedade que se refletiram espacialmente, uma vez que os custos de viver na cidade continuaram a se elevar em virtude do aumento populacional. Pois o espaço de moradia se tornaria cada vez mais caro, originando, assim, as ocupações irregulares e ampliando a ocupação das margens dos igarapés.

Em busca da retomada da economia promissora de Manaus, o Estado brasileiro promove uma série de ações voltadas, em geral, na região Norte. E o principal mecanismo foi a criação da Zona Franca. Em 28 de fevereiro de 1967, o governo brasileiro publicava o Decreto-Lei nº 288, criando a SUFRAMA e reformulando as bases do modelo Zona Franca de Manaus (ZFM), inicialmente concebida como Porto Livre (Brasil, 2024b).

² Aglomerado de moradias flutuantes construídos sobre balsas e toras de madeira sobre as águas do rio Negro ou suas margens, entre as décadas de 1920 e 1967, nas proximidades do porto e do Mercado Municipal.

A Zona Franca surgiu com a proposta de melhorar a economia local e nacional, além de buscar reduzir as desigualdades regionais, estimular o desenvolvimento sustentável e a bioeconomia na região em que foi implantada. Um novo modelo econômico para a região foi implantado, que atraiu uma forte corrente migratória para a cidade de Manaus, contribuindo, assim, para a sua rápida expansão demográfica, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Evolução demográfica de Manaus 1950 a 2025.



Fonte: Adaptado IBGE 2023 e 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Na Figura 2, pode ser observado que a partir do final da década de 60, a cidade apresenta significativa evolução demográfica. Sem dúvida alguma há uma relação muito forte entre a implantação da Zona Franca e o crescimento demográfico, especialmente, a partir da década de 70, onde o crescimento foi acelerado.

A ZFM passou por diversas fases, evoluindo de uma simples zona de montagem de (1967 a 1975) para um complexo industrial com alto valor agregado, a partir de 1996 por meio da Política Nacional de Informática e de inclusão digital, adaptando-se às mudanças econômicas e tecnológicas do mercado global (Brasil, 2024b).

A evolução nos modelos produtivos reflete os momentos de prosperidade econômica da ZFM, o que de certa forma trouxe resultados significativos para a cidade, em especial pela

instalação do Polo Industrial de Manaus (PIM), que proporcionou a geração de milhares de vagas de emprego e elevou a arrecadação nas contas públicas, proporcionando assim, a geração de renda e impulsionando o comércio e a economia local, ocasionando desde sua implantação, acentuado movimento migratório de diversas partes do Brasil e de outros países, acelerando o crescimento demográfico da cidade.

Naturalmente o crescimento acelerado de um determinado lugar impõe certas transformações no espaço natural e no social. Mudanças na paisagem e nas relações sociais ganham novas configurações, em virtude da dinâmica da sociedade que muda pelo processo natural, que é o aumento do número de indivíduos, demandas comerciais (consumo) e de moradia.

De acordo com Lima (2014, p. 53)

“as políticas de povoamento e controle da Amazônia Ocidental pelo Estado Brasileiro, via Zona Franca, proporcionaram a concentração da população na capital, ampliando seu espaço urbano e gerando problemas oriundos de um crescimento acelerado, problema acrescido pela ineficácia do poder público, no decorrer da década, em planejar e gerir a cidade”.

O crescimento populacional acelerado amplia a ocupação do solo, devido aumentar a demanda por moradia, surgindo a valorização das áreas centrais. Mas as limitações econômicas de parte da população fazem com que a busca por terra seja ampliada.

Embora a economia da borracha e a implantação da Zona Franca de Manaus, em especial o polo industrial da cidade, tenha proporcionado avanços econômicos significativos para melhoria na infraestrutura urbana, outros aspectos negativos deixaram marcas no campo social, pois desde o ciclo da borracha até o momento atual, a cidade ainda lida com grande parte de sua população na pobreza, gerando desigualdade e exclusão social. São problemas que refletem sérios desafios na gestão urbana e dos desastres na cidade.

De acordo com Santos (2012), o espaço da cidade é fragmentado e apresenta realidades diferentes, podendo ser entendido como um local marcado por múltiplos cenários. No mesmo sentido, Mendonça (2004), considera que as diferentes realidades são, em parte, muitas delas contraditórias, como a coexistência da miséria e da riqueza em uma mesma dimensão espaço-temporal.

A pobreza envolve mais do que a falta de recursos e de rendimento que garantam meios de subsistência sustentáveis. A pobreza manifesta-se através da fome e da má nutrição, do

acesso limitado à educação e a outros serviços básicos, à discriminação e à exclusão social, bem como à falta de participação na tomada de decisões (Banco Mundial, 2022; ONU, 2024).

Vale lembrar que existem diferentes faixas de pobreza segundo a classificação do Banco Mundial (2022). As principais são: **Linha de Pobreza**, que inclui as pessoas que vivem com menos de US\$ 6,85 por dia e a **Linha de Extrema Pobreza**, a qual inclui pessoas que vivem com menos de US\$ 2,15 por dia.

Santos (2023, p. 18) considera que a definição de pobreza é complexa. Sua existência está em todas as partes, além de ser relativa há uma determinada sociedade, ela não seria apenas uma categoria econômica, mas, acima de tudo, uma categoria política, por estar ligada a um fenômeno social.

Ainda conforme o autor, a pobreza resulta de um conjunto de um conjunto de variáveis que ganham contextos diferentes ao longo do tempo. Ela está ligada ao acesso limitado a bens e serviços, o que implicava na exclusão social e na segregação espacial.

Dessa forma, pode ser analisado que para cada momento do histórico, as condições de pobreza variam ao longo do tempo, pois o próprio Banco Mundial faz atualizações periódicas de seus índices. Embora seja utilizado mundialmente, os parâmetros do Banco Mundial foram questionados por Santos (2023), por levar em conta dados e estatísticas apenas.

Em Manaus, a pobreza tem grande influência na formação de áreas de risco da cidade. Isto se deve à grande quantidade de pessoas inseridas na faixa da pobreza e da extrema pobreza, o que faz com que parte significativa de sua população se encontre em situação de vulnerabilidade social.

As condições de trabalho e renda são desafios para o quadro socioeconômico da cidade. Conforme os dados do IBGE (2022), o salário médio das pessoas ocupadas em Manaus é de R\$ 2,9 salários-mínimos, sendo que apenas 30,86% da população da cidade possui ocupação formal. O IDHM saiu de 0,601 no ano de 2000, para 0,737 em 2010.

Segundo o relatório do observatório das metrópoles (2023), a Região Metropolitana de Manaus tem elevado grau de desigualdade no país. O índice de GINI é de 0,586. Além disso, possui 31,9% dos domicílios com rendimento per capita de até $\frac{1}{4}$ do salário-mínimo e rendimento médio de R\$1.032,90.

Quanto à população em linha de pobreza ou abaixo dela, os dados são mais preocupantes, pois, conforme os dados do Relatório das Metrôpoles (2022), existem 46,9% da população de Manaus na linha de pobreza e de 6,26% na extrema pobreza. O relatório também aponta um leve aumento na faixa de pobreza de 2019 para 2022, de 0,7 %. Enquanto isso, a pobreza extrema diminuiu 4,26% em comparação com o mesmo período.

Os dados do IBGE e do Relatório das Metrôpoles (que utilizam dados do IBGE) reforçam o quanto a vulnerabilidade e a desigualdade social são problemas que impactam seriamente na vida das pessoas, bem como no desenvolvimento da cidade, demonstrando, assim, reflexos de um espaço com fragilidades sociais que podem levar muito tempo para que haja melhorias que possam mudar a realidade dessa cidade.

Necessitando dessa forma, do alinhamento de políticas públicas com as estratégias da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, além de poder seguir as diretrizes do Marco de Sendai e do Acordo de Paris para que as pessoas possam melhorar as condições de vida, e assim, tenham mais segurança diante de eventos que lhes causem prejuízos, como, por exemplo, os desastres.

Desde o ciclo da borracha, da implantação da Zona Franca e suas diversas fases, o que ficou marcado na sociedade de Manaus foi o grande contraste socioeconômico e espacial. De um lado, tem-se uma cidade com sua imponência econômica, configurando-se, na atualidade, conforme dados do IBGE (2024), entre as cinco mais ricas do país. Por outro lado, há inúmeros indicadores de vulnerabilidade e de desigualdade social.

2.3 Investigações sobre áreas de risco em Manaus

O rápido crescimento populacional de Manaus elevou a demanda por moradia e gerou alterações da paisagem da cidade, principalmente pelas ocupações irregulares, acelerando, assim, o desmatamento e ampliando os processos erosivos e de assoreamento de rios, o que aumentou o grau de riscos a desastres, uma vez que grande parte das moradias foram construídas de forma precária ou sem infraestrutura adequada, constituindo-se, assim, em áreas de risco.

Silva e Albuquerque (2025) consideram que o processo de expansão urbana sem planejamento adequado e a deficiência de infraestrutura têm comprometido os rios urbanos de Manaus, afetando sua qualidade ambiental e gerando riscos à saúde da população, principalmente devido à ausência de um sistema eficiente de saneamento básico.

Ainda segundo os autores, essa precarização no saneamento favorece o lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos nos cursos d'água, intensificando a contaminação e reduzindo a capacidade de drenagem da cidade. Esse problema aumenta ainda mais os riscos para quem mora na periferia da cidade, bem como influencia a formação de áreas consideradas de riscos.

Manaus é uma cidade que apresenta inúmeras áreas de risco. A cidade vem ganhando destaque nos últimos anos pelo aumento do número de ocorrências de eventos que geraram perdas significativas, como foi no caso da comunidade Pingo d'Água, no bairro Jorge Teixeira, em 2023, que deixou 8 mortos.

Esse destaque se deve pelo fato da ampliação das áreas de risco da cidade, bem como das limitações nas políticas de gestão territorial ou do planejamento urbano, em especial das áreas de risco. Conforme os dados do levantamento sobre áreas urbanizadas no país, realizado pelo MapBiomias (2023), para a série histórica de 1985 até 2022, houve crescimento de cerca de 10 mil campos de futebol de áreas informais na capital amazonense, sendo a capital com maior crescimento dessas áreas no país.

Assim, o aumento das áreas de risco da cidade traz, também, o aumento do número de ocorrências e maior probabilidade de desastre. Esse aumento de ocorrências também foi verificado pelo SGB (2019, 2025), o que requer medidas urgentes para que não aumente proporcionalmente, o número de desastres e, assim, o número de vítimas.

As áreas de risco são locais passíveis de serem atingidos por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso ou danoso sobre o ambiente. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais (IBGE, 2018).

Viver em áreas de risco constitui em uma das principais preocupações enfrentadas por muitas famílias da cidade de Manaus. Embora esse fenômeno não seja recente, comprovado, inclusive, pelo MapBiomias (2023), onde foi observado o aumento significativo de áreas precarizadas na cidade nas duas últimas décadas, o que revela a existência de falhas na gestão do espaço urbano da cidade ao longo dos anos, influenciando, assim, na intensificação dos riscos de desastres e comprometendo a vida de muitas das pessoas.

Dessa forma, a combinação de baixa infraestrutura e da ausência de ações voltadas a mitigar os problemas de baixa infraestrutura, bem como de desenvolvimento social são fundamentais para ampliar os riscos, sendo necessária, cada vez mais, a ampliação nos diagnósticos

dessas áreas vulneráveis, ou seja, conhecer as diversas dimensões dos riscos para que haja tomada de decisões que possam ser efetivas.

Para os estudos sobre áreas de risco ou desastres, é indispensável a existência de documentos que caracterize a geomorfologia, geologia e pedologia local, como, por exemplo, uma carta geotécnica. Ela é uma ferramenta importante para o planejamento territorial e a prevenção de desastres naturais.

Mas a cidade de Manaus somente foi contemplada com sua primeira carta geotécnica em 1999. Em seguida, em 2019, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) apresentou a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização da Zona de Expansão e da Zona de Baixa Ocupação da cidade de Manaus (SGB, 2019). Dessa forma, pode ser observado que durante muito tempo, faltaram documentos básicos para auxiliar no planejamento urbano da cidade e em pesquisas acadêmicas.

Identificar características geomorfologia, de geologia e de pedologia do local, é importante para poder analisar os processos erosivos, que, por sua vez, são intensos em Manaus. Alguns estudos fizeram abordagens específicas sobre processos erosivos relacionados às voçorocas da cidade. Dentre esses, trabalhos voltados para a análise do desenvolvimento das voçorocas (Vieira, 2008), Vieira e Abreu (2014), Frota Filho *et al.* (2020), para a delimitação de áreas de risco a voçorocamento (Molinari *et al.* 2015), para o monitoramento de voçorocas com Batista *et al.* (2019), Silva *et al.* (2023), Vieira e Frota (2023) e para análise socioambiental das áreas de risco a voçorocamento Molinari (2022, 2023, 2024).

De acordo com Vieira (2008), a cidade de Manaus possui elevado índice de erosividade, principalmente entre os meses de janeiro a abril. O período dos maiores índices se correlaciona com os meses de maior média de precipitação, o que acelera os processos erosivos em áreas com pouca ou nenhuma vegetação.

Ainda conforme o autor, os processos erosivos deixam características marcantes, como, por exemplo, grande quantidade de voçorocas na cidade. Sua formação está associada ao relevo de encostas, onde a declividade e o comprimento são condicionantes, assim como a combinação entre o mau uso do solo e as características dos sistemas de drenagem da região.

Guerra e Mendonça (2014) consideram que as atividades humanas sobre as encostas geram grandes impactos negativos, seja no local ou fora dele. Enfatizam, ainda, que em quase todos os casos, o uso e o manejo inadequado podem ocasionar processos erosivos acelerados, na maioria dos casos de caráter irreversível.

Os processos erosivos e a presença de voçorocas estão localizados, segundo Vieira (2008) e Molinari (2023), principalmente nas Zonas Leste e Norte da cidade, o que gera insegurança e prejuízos para os moradores, uma vez que as intervenções no sentido de correção, são demoradas, necessitando, assim, de medidas eficazes na contenção de tais processos, uma vez que essa parte da cidade apresenta as maiores concentrações de pessoas, conforme a Figura 2.

Esses fatores contribuíram para a expansão da ocupação de ambientes físicos vulneráveis e inapropriados para habitação, ampliando a exposição da população aos riscos de desastres, o que requer atenção por parte do poder público e de toda a sociedade, em virtude de que os impactos podem gerar enormes perdas econômicas, podendo ainda causar mortes.

Vieira e Cunha (2011) consideram que o processo de urbanização leva a grandes transformações nos rios, acarretando o seu funcionamento, seja pelo assoreamento, aterros ou lixo, podendo gerar, dessa forma, problemas de enchentes e alagamentos; problemas que são comuns em Manaus e estão associados aos processos de precipitação sazonal e ao efeito de outros fenômenos climáticos, como La Niña.

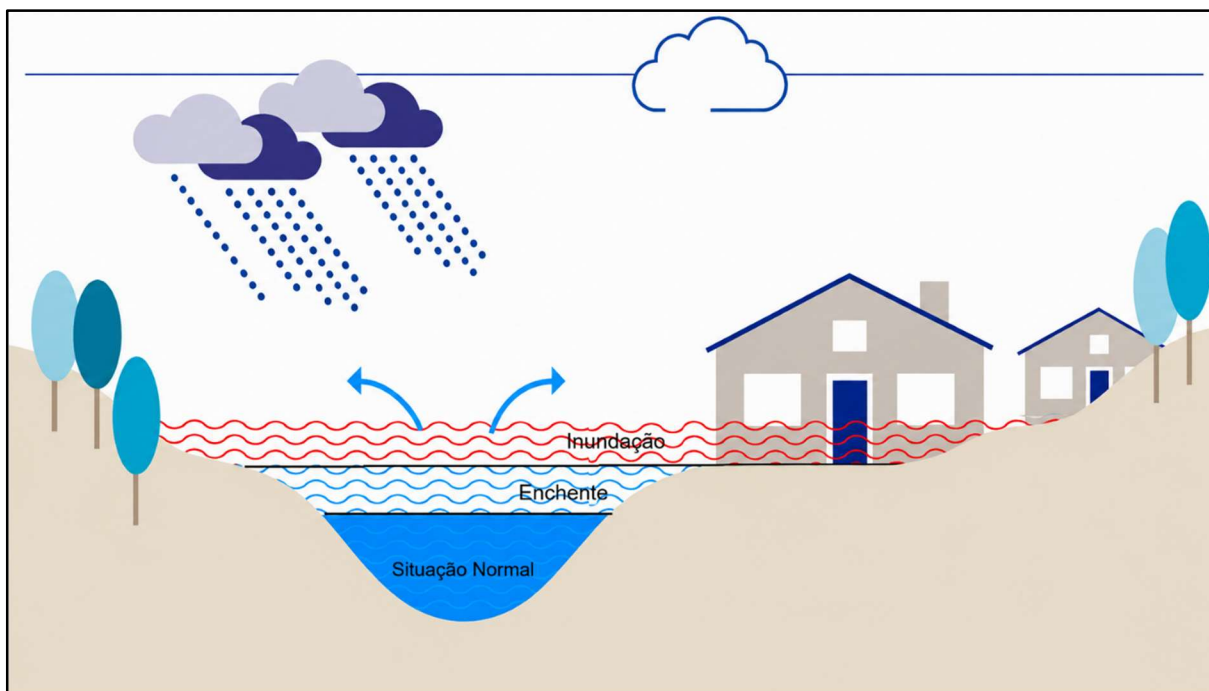
Os termos alagamento, enchente e inundação são diferentes e merecem atenção quanto ao seu uso, pois, em alguns casos, pode confundir um processo com o outro, e causar problemas de registros sobre ocorrências de desastres. Segundo o CEMADEN (2022), o alagamento corresponde ao fenômeno de acúmulo de água em vias públicas e demais áreas urbanizadas, geralmente de curto tempo de duração, sendo provocado por precipitações intensas que sobrecarregam o sistema de drenagem urbana.

Esse é um fenômeno muito frequente na cidade de Manaus e gera transtornos no trânsito, pois compromete a mobilidade urbana, além de provocar perdas econômicas e danos em residências. Além da baixa capacidade de drenagem, que contribui para o problema, há também a influência do descarte inadequado do lixo em vias públicas ou em outros locais que interfere no tempo de escoamento e drenagem.

O termo enchente corresponde, respectivamente, ao processo de aumento temporário do nível d'água no canal de drenagem, decorrente do aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém sem transbordamento e o processo. Já a inundação corresponde ao processo de transbordamento das águas de um curso fluvial para além dos limites normais de seu

canal, provocando a submersão temporária de áreas que, em condições habituais, não permanecem cobertas por água (CEMADEN, 2022; SGB, 2017). Os dois processos são exemplificados na Figura 3.

Figura 3 - Processos de variação do nível de um rio.



Fonte: Adaptado de <https://risk-manage.ch/fluvial-floods/>, 2025.

A partir da Figura 3, podem ser observadas 3 situações de nível fluvial, sendo uma para a situação normal e as outras para os fenômenos de enchente e inundação. Na enchente, o nível fluvial das águas toca as margens de um rio, enquanto na inundação, o nível da água ultrapassa as margens.

Em Manaus, os dois processos ocorrem, porém o de inundação requer mais atenção e ocorre principalmente nas partes Sul e Leste da cidade, em decorrência da proximidade com o Rio Negro. O fenômeno requer mais atenção da administração pública em virtude dos impactos socioeconômicos negativos em algumas partes da cidade, como, por exemplo, no centro da cidade. O fenômeno ocorre em decorrência de chuvas intensas entre os meses de janeiro e maio, sendo mais frequente em situações associadas a eventos de La Niña, que aumentam o nível de precipitação na região.

As características hidrográficas de Manaus favorecem os fenômenos, mas os impactos gerados por eles são decorrentes do processo de urbanização da cidade, ou seja, do rápido crescimento sem o acompanhamento das ações de planejamento territorial, associado à condição socioeconômica de parte da população, que foi ocupando espaços vulneráveis e que se tornaram de áreas de risco.

Mas, segundo Gonçalves e Guerra (2011), o processo de urbanização vai além das transformações na hidrologia; existem modificações relevantes nas estruturas do relevo e do solo pela retirada da vegetação. Dessa forma, as encostas ficam desprotegidas, favorecendo o movimento de massa, pela aceleração dos processos erosivos.

Em Manaus, as ações antrópicas tornam o relevo da cidade em um importante condicionante na formação das áreas de risco. Isso se deve ao fato de ele carregar as características geológicas da formação Alter do Chão, que é, predominantemente, sedimentar e é formado, principalmente, por planícies, terras baixas e algumas colinas suaves, onde segundo Rodrigues e Costa (2014) podem ser observados compartimentos suscetíveis à erosão devido às declividades elevadas e às numerosas cabeceiras de drenagem.

Trabalhos voltados para a análise do desenvolvimento das voçorocas (Vieira, 2008; Vieira e Abreu, 2014; Frota Filho *et al.*, 2020), na delimitação de áreas de risco a voçorocamento (Molinari *et al.*, 2015), no monitoramento de voçorocas (Batista *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2023; Vieira e Frota, 2023) e na análise socioambiental das áreas de risco a voçorocamento (Molinari, 2022, 2023, 2024).

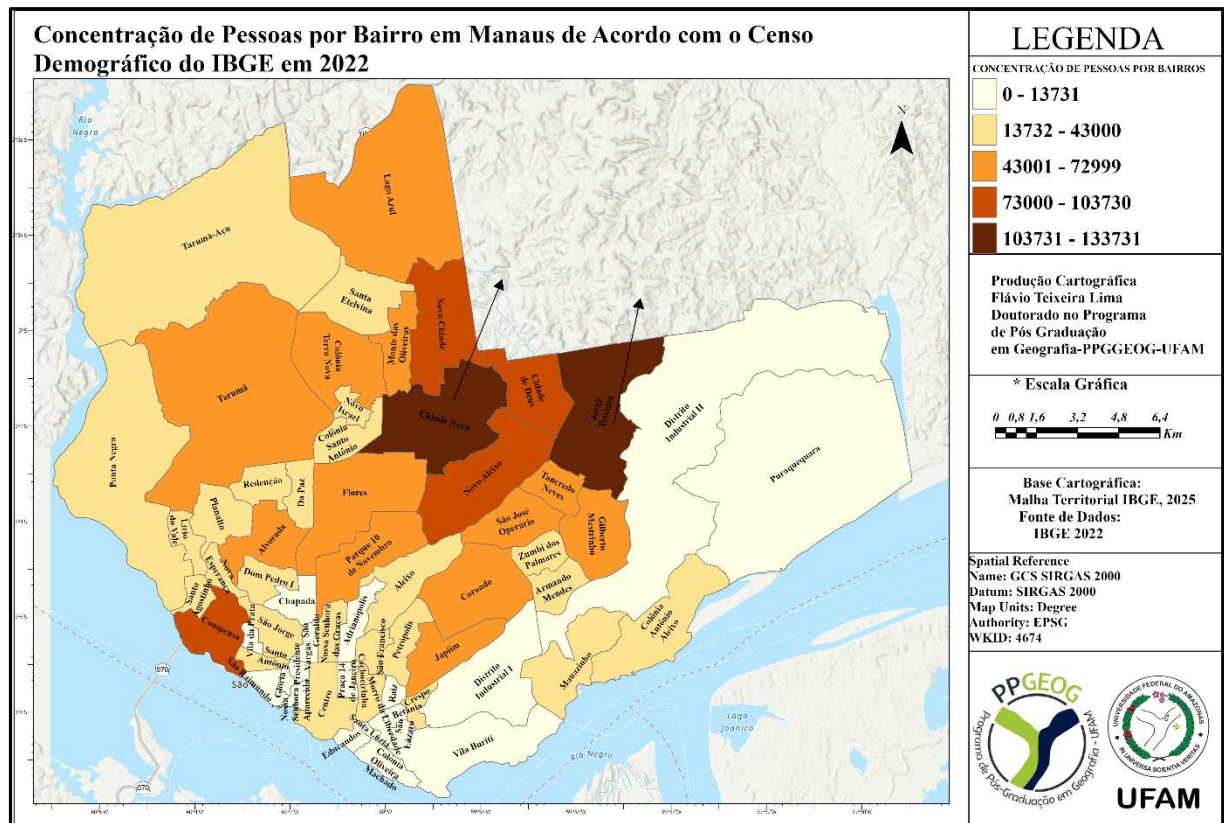
De acordo com Vieira (2008), a cidade de Manaus possui elevado índice de erosividade, principalmente, entre os meses de janeiro e abril. O período dos maiores índices se correlaciona com os meses de maior média de precipitação, o que acelera os processos erosivos em áreas com pouca ou nenhuma vegetação.

Ainda conforme o autor, os processos erosivos deixam características marcantes, como, por exemplo, grande quantidade de voçorocas na cidade. E sua formação está associada ao relevo de encostas, onde a declividade e o comprimento são condicionantes, bem como à combinação entre o mau uso do solo e as características dos sistemas de drenagem da região.

Os processos erosivos e a presença de voçorocas estão localizados, segundo Vieira (2008) e Molinari (2023), principalmente nas Zonas Leste e Norte da cidade, o que gera insegurança e prejuízos para os moradores, uma vez que as intervenções no sentido de correção são

demoradas, necessitando, assim, de medidas eficazes na contenção de tais processos, uma vez que essa parte da cidade apresenta as maiores concentrações de pessoas, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Mapa da concentração de pessoas por bairros de Manaus 2022.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Conforme a Figura 4, mapa da concentração de pessoas por bairros de Manaus, pode-se observar que as zonas de maiores densidades demográficas são as que apresentam maiores processos erosivos, onde fica claro que são regiões onde a infraestrutura é precária. Bairros como Cidade Nova, Novo Aleixo e Jorge Teixeira possuem grande concentração de pessoas.

Os estudos de Molinari (2022; 2023) contribuíram para a identificação de processos erosivos e quantificação de voçorocas. O autor conclui que essas áreas com maior densidade demográfica são, portanto, áreas de maior vulnerabilidade ambiental e social.

Seus trabalhos levam à perspectiva da Geografia Ambiental e do método da produção socioespacial, onde o autor faz a combinação de ferramentas de geotecnologias como imagens de satélites e indicadores socioeconômicos, ambientais e políticos para analisar a vulnerabilidade ambiental, porém o estudo é focado em áreas de risco a voçorocamento.

Grande parte dos trabalhos relacionados à identificação e ao monitoramento de processos erosivos e de voçorocas utilizou ferramentas de geotecnologias, principalmente com apoio das imagens da plataforma Google Earth para monitoramento e análise de evolução. Segundo Loureiro e Ferreira (2017), a utilização das geotecnologias é uma tendência, em virtude de demonstrarem grande capacidade de análises de processos erosivos, dos movimentos de massa e de áreas degradadas, seja pelas imagens ou pelas aplicações em SIG.

Ao analisar as técnicas de monitoramento de voçorocas em Manaus, Vieira e Frota (2023) concluíram que houve evolução, principalmente, pelo fato da utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial, da plataforma Google Earth e de veículos aéreos não tripulados (VANTs). Isto reforça a importância da utilização de diferentes ferramentas de geotecnologias na análise espacial em diferentes escalas, principalmente pelo baixo custo da maioria delas.

A identificação e a representação das ocorrências por meio de geotecnologias, também, foram feitas nos estudos de Andretta *et al.* (2013) para mapear e classificar as áreas de risco do bairro Gilberto Mestrinho. O estudo foi desenvolvido com o auxílio de fotos aéreas, imagens de satélite, cartas topográficas e hidrográficas. Trata-se de um trabalho técnico resultante do projeto “Mapeamento de Áreas de Risco da Cidade de Manaus”, vinculado à antiga CPRM.

Corrêa (2022) considera que a utilização de Radar de Abertura Sintética (SAR) é de grande importância no monitoramento de áreas alagadas ou com potencial de inundação em Manaus. O uso das geotecnologias vem evoluindo cada vez mais no meio acadêmico ou científico.

Outros estudos foram realizados na perspectiva de identificar as áreas de risco por eventos diversificados, como alagamento e deslizamento na cidade, bem como caracterizar esses locais. Dentre os destaques, pode ser mencionado o trabalho de Costa *et al.* (2009) e Rodrigues e Costa (2014). O último trabalho possui metodologia mais abrangente por incorporar registros da Defesa Civil e levantamentos de campo, enquanto o primeiro, utiliza apenas os registros da Defesa Civil Municipal, porém com o uso de geotecnologias para identificar e espacializar as ocorrências.

As áreas de risco também foram analisadas tendo como recorte espacial algumas bacias hidrográficas urbanizadas na cidade, como, por exemplo, no trabalho de Macena e Costa

(2014), na identificação das áreas de risco na porção oeste da bacia hidrográfica do Puraquequara, e Macena (2016), no mapeamento das áreas de risco de Manaus na série histórica de 2005-2015 por bacia hidrográfica e zona administrativa. Em ambos os trabalhos, os autores utilizam abordagem geossistêmica e da formação socioespacial.

Em geral, os trabalhos citados utilizaram uma visão geossistêmica de abordagem dos fenômenos. Apenas Dantas e Costa (2017) utilizaram abordagem na linha do Sistema Ambiental Urbano, numa abordagem do risco ambiental e epidemiológico no bairro Nova Cidade. Nele, a análise foca sobre o ambiente vulnerável e propício a riscos para a saúde humana.

Há destaque, também, para as pesquisas que utilizaram bacias hidrográficas urbanizadas como referência. Nos estudos de Carmo Filho, Oliveira e Albuquerque (2021) e Carmo Filho (2025) foi possível identificar vulnerabilidades ambientais e sociais em bacias hidrográficas. Em ambos os trabalhos, foi possível espacializar fragilidades socioambientais e, assim, identificar zonas que podem ser comprometidas por ocorrências de desastres, pois a acentuada vulnerabilidade pode indicar um lugar com baixa resiliência.

Vale lembrar que o interesse por pesquisas ligadas aos estudos de bacias hidrográficas urbanizadas ocorre por ser uma unidade de planejamento socioambiental, onde a rede de drenagem é um importante componente a ser caracterizado, pois, além das condições de vulnerabilidade social e ambiental, há ainda as questões climatológicas que podem acelerar ou desencadear processos diversos, isto porque a precipitação é o componente mais perigoso para gerar situações de desastres em Manaus.

Alguns estudos mostram que os níveis de precipitação aumentaram na cidade de Manaus nas últimas décadas, o que faz com que aumentem as chances de ocorrência de eventos de desastres, caso não haja melhorias na gestão das áreas de risco. Isto se deve ao fato de a precipitação pluviométrica ser uma variável com grande potencial de gerar eventos que possam causar desastres.

Nos estudos de Santos, Satyamurty e Santos (2012), os autores analisaram a precipitação na cidade de Manaus para período de 1971-2007 e concluíram que houve aumento da precipitação total anual, dos eventos de precipitação extrema (iguais ou superiores a 50 mm), bem como para precipitação acumulada em um período de cinco dias.

O aumento anual da precipitação, também foi constatado por Fernandes (2017), que verificou o aumento de eventos extremos, principalmente, após o ano de 2006. Essa conclusão também foi feita por D'avila Junior e Vieira (2019), onde em suas análises verificaram que

apesar da média anual ter apresentado aumento, os dias de chuva diminuíram, configurando, dessa forma, o aumento de eventos extremos. Em ambos os estudos, os autores utilizaram a série temporal de precipitação de 1986 a 2015.

Aleixo e Paula (2023) também verificaram o aumento da frequência dos eventos de precipitação intensa na cidade de Manaus, ao analisar a precipitação para o período de 1989 – 2019. Os resultados demonstram forte ligação com o número de eventos e de mortes por precipitação intensa, conforme os registros do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2024a).

Nos trabalhos sobre análise de precipitação, os autores utilizaram, principalmente, como recurso metodológico a coleta de dados de precipitação no INMET, bem como registros de eventos em jornais locais. Consideram, ainda, que há dificuldades na aquisição de dados em série temporal mais longa, assim como baixa representatividade espacial de estações meteorológicas, demonstrando, assim, a necessidade de ampliação para fins de melhorias no monitoramento.

Os autores, também, demonstram preocupação quanto aos impactos desses eventos sobre a cidade de Manaus, uma vez que tais eventos podem gerar transtornos, perdas econômicas e de vida, necessitando de medidas que possam diminuir os impactos desses eventos.

O fato é que as preocupações com as questões das mudanças climáticas somente ganharam maiores atenções em âmbito nacional, nos últimos anos. As iniciativas brasileiras sobre mudanças climáticas ocorrem inicialmente com a criação da Rede Clima, em 2007, seguida da criação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187, em 2009 e, em seguida, a criação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 10 de maio de 2016, por meio da Portaria nº 150 do Ministério do Meio Ambiente (Rede Clima, 2024; Brasil, 2009).

Daí a necessidade de ter atenção quanto ao quadro das mudanças climáticas, conforme ODS 13 da Agenda 2030 (ONU, 2015), que é reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação aos riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países. A melhoria da gestão das áreas de risco da cidade constitui em uma necessidade urgente. Pensar em planejamento estratégico não somente nos eventos resultantes de precipitação intensa ou elevada, mas também para o que está se tornando frequente na região amazônica: as secas severas que causam distúrbios socioeconômicos para a cidade.

Em Manaus, a gestão das áreas de risco parece ser de uma complexidade extrema. Isto se deve pelos diversos condicionantes, ao desalinhamento de políticas públicas e ao processo

de formação socioespacial da cidade de Manaus, em virtude dos aumentos das ocorrências de desastres e da ampliação de áreas precarizadas na cidade.

Apesar de muitos estudos de localização ou identificação de áreas de risco em Manaus, essas áreas continuam se ampliando juntamente com o número de ocorrências. Grande parte do problema está ligado à sua formação socioespacial, o que proporcionou o grande contingente populacional, onde parte dela se encontra em situação de vulnerabilidade social ou socioeconômica. Sendo necessário cada vez mais, pesquisas que possam contemplar e ampliar os conhecimentos integrados dos aspectos naturais e socioeconômicos do espaço urbano. Sendo indispensável também, analisar as questões de gestão territorial, seja do espaço urbano em geral ou dos ambientes de riscos.

Nesse sentido, o planejamento e a gestão urbana, especialmente, das áreas de risco, devem ser pensados de forma ampla e integrada, contemplando as diferentes dimensões, que compõem o espaço urbano, seja ela social ou ambiental. Nessa perspectiva, o Sistema Ambiental Urbano configura-se como uma ferramenta teórico-metodológica, capaz de integrar múltiplas abordagens de investigação e subsidiar uma compreensão mais abrangente da dinâmica socioambiental de determinada cidade.

3 ANÁLISE ESPACIAL PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁREAS DE RISCO NA PERSPECTIVA DO SISTEMA AMBIENTAL URBANO (SAU)

3.1 A integração entre Análise espacial, planejamento e a gestão urbana

A análise espacial é desenvolvida, principalmente, por meio de técnicas de geoprocessamento, utilização de Sistema de Informações Geográficas - SIG e outras ferramentas e técnicas de extração de informações por meio da modelagem de dados, sendo a aliança entre a geografia e as tecnologias da informação ou representação espacial, fundamental para planejar e gerir a complexidade do espaço urbano.

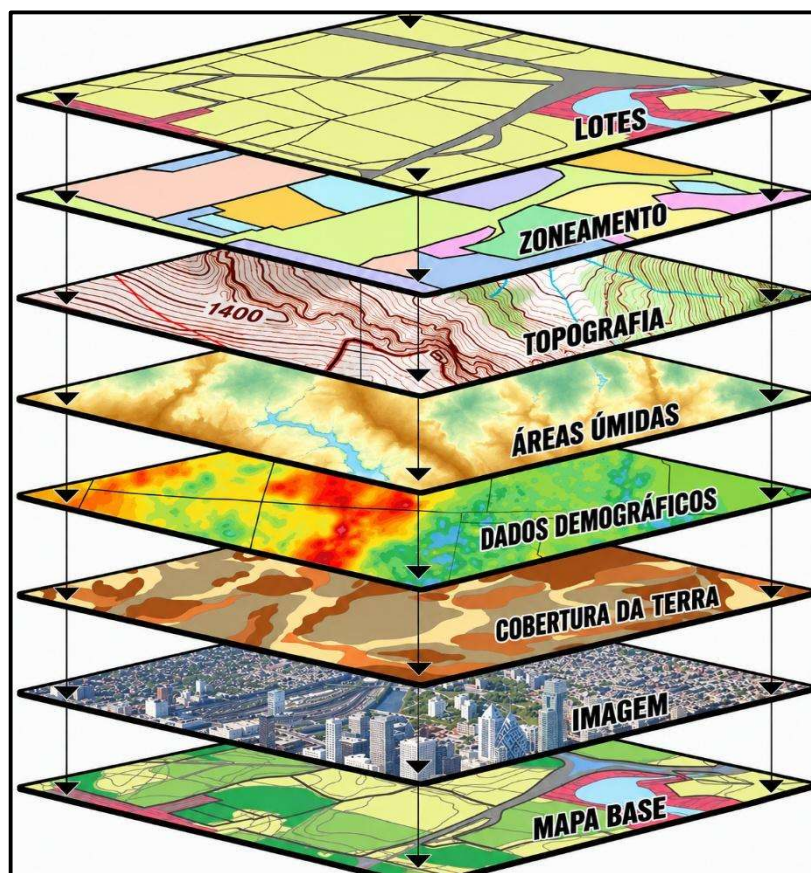
As tecnologias da informação são de grande importância como suporte ao planejamento urbano, porque permitem armazenar, gerenciar e integrar dados geoespaciais de diversas formas e fontes, garantindo compartilhamento de dados entre diferentes secretarias. Agilizando, assim, processos e decisões que poderão garantir maior eficiência na tomada de decisão.

A análise espacial usa a localização como um fio condutor para auxiliar a entender como um ambiente e sua adjacência é afetada por um fenômeno (ESRI, 2025). De acordo com Rosa (2011), a análise espacial está obrigatoriamente associada à Geografia e corresponde ao estudo da distribuição espacial de qualquer fenômeno à procura de padrões espaciais.

Ainda segundo o autor, a análise espacial faz a ligação entre o domínio essencialmente cartográfico e as áreas de análise aplicada, estatística e a modelagem, permitindo combinar variáveis georreferenciadas e a partir delas, criar e analisar novas variáveis. Seu avanço ocorreu e ainda ocorre, principalmente, pela incorporação de tecnologias da informação como, por exemplo, a utilização de geotecnologias, ampliando cada vez mais o poder de decisão.

Longley *et al.* (2013) consideram que as aplicações de um SIG estão ligadas a 5 grupos (5ms) mapeamento, medição, monitoramento, modelagem, gerenciamento (*gestão*), o que possibilita que a informação geográfica seja essencial, não só pelo fato da localização de um problema, mas pela possibilidade de resolver problemas a partir do entendimento ou compreensão da dinâmica da sociedade com a natureza, por meio da análise da conexão, analogia, distribuição, extensão e ordem de elementos e fenômenos. Assim, componentes da dinâmica da natureza e da sociedade são sobrepostos, para que sejam feitas as análises, conforme pode ser ilustrado pela Figura 5.

Figura 5 - Representação de componentes numa análise espacial.



Fonte: https://www.reddit.com/r/gis/comments/mbahu0/a_lot_of_times_ive_seen_visualization_of_layers/#lightbox.

A partir da Figura 5, pode ser entendido que os SIGs organizam as informações geográficas em camadas temáticas, onde cada camada corresponde a um tipo específico de informação sobre o espaço geográfico e, quando sobrepostas, permitem identificar relações entre elas, localizar pontos em comum ou relações espaciais que possam influenciar outros componentes, gerando, assim, informações territoriais para subsidiar a tomada de decisão.

De acordo com Moura e Mota (2016, p. 277) “as tecnologias da geoinformação encontram-se numa fase mais avançada, agora dão suporte para o desenvolvimento de processos”. É a vez da etapa de integração de processos que apoiam amplamente a tomada de decisões, atuando com modelos abertos, adaptáveis a revisões. Dessa forma, entende-se o quanto é importante a aliança entre geografia e as tecnologias da informação no planejamento e gestão urbana.

Esses avanços permitem modelagem espacial para o planejamento e gestão urbana de riscos de desastres naturais. Por meio dessa técnica, Silva (2023) identificou áreas suscetíveis a eventos hidrológicos em bairros da cidade de Recife-PE, ao integrar base de dados socioeconômicos e base cartográfica do município, demonstrando, dessa forma, a importância de bases cartográficas e disponibilidade de dados para modelagem espacial.

O planejamento em uma cidade requer informações de altíssima qualidade, oriundas de um conjunto volumoso de dados sobre diversas variáveis. Sendo, portanto, um processo altamente dependente das tecnologias da informação para que haja análise espacial de qualidade, garantindo, assim, as melhores decisões políticas na resolução de um ou mais problemas, como, por exemplo, a gestão de áreas de risco em uma cidade.

Mas segundo Lajo (2021, p. 301), “um dos grandes desafios enfrentados pela administração pública, principalmente, em nível municipal é a gestão de dados, bem como a disponibilização de informações espaciais”. Isto acaba dificultando a análise espacial, ou seja, a compreensão de determinados fenômenos ou problemas, comprometendo, dessa forma, a formulação de ações eficazes.

Isto ocorre em grande parte por vários motivos, seja de ordem técnica (infraestrutura e recursos humanos) ou financeira. Borges e Bretas (2016) consideram, ainda, que existe uma limitação na cultura do compartilhamento de dados geoespaciais, mesmo dentro de uma mesma instituição.

De acordo com os estudos de Campos (2022) e Silva *et al.* (2013) há consenso de que os municípios enfrentam diversos desafios na implementação e uso efetivo das geotecnologias. Esses desafios incluem questões financeiras, técnicas, tecnológicas e de recursos humanos. No entanto, os pesquisadores consideram que o investimento nessas ferramentas oferece uma alta taxa de retorno, proporcionando maior eficiência e eficácia nas ações de gestão pública, para as prefeituras que já as utilizam.

Sobre gestão e planejamento urbano, Souza (2004, p. 48) explica que eles possuem conceitos diferentes ao destacar que:

“O planejamento urbano envolve a elaboração de estratégias e diretrizes para o desenvolvimento das cidades, enquanto a gestão urbana se concentra na execução e administração das políticas e projetos definidos no planejamento. Ambos são essenciais para promover o crescimento sustentável e a qualidade de vida nas áreas urbanas”.

Assim, o planejamento e gestão dos espaços urbanos configuram-se como componentes que decorrem de um processo político e técnico que influencia na paisagem de uma cidade, nos aspectos ambientais e socioeconômicos de sua população, sendo fundamental para o desenvolvimento justo de todo o espaço urbano, sendo processos cada vez mais necessários frente aos inúmeros desafios que as cidades lidam na atualidade.

No contexto dos desastres, Hernández (2010) considera que fazer a gestão dos riscos é parte de um processo social e político, pois depende de ações políticas para com a sociedade, principalmente, para os indivíduos mais vulneráveis, sendo fundamental a gestão integral dos riscos, ou seja, aquisição de conhecimento amplo das causas e consequências.

Neste sentido, as múltiplas características precisam ser entendidas, o que só é possível fazer a partir de dados reais e informações concretas de cada realidade, podendo, a partir de então, auxiliar no planejamento e gestão eficaz, sendo imprescindível que sejam empregues ferramentas e processos que possam melhorar a análise espacial, a fim de visualizar e compreender melhor os padrões e características de um determinado fenômeno.

Sendo, dessa forma, os métodos empregados pela Geografia de fundamental importância para investigar os problemas do espaço urbano, visto que contemplam os aspectos relevantes à sociedade e à natureza, ao propor soluções para a melhoria da organização da sociedade sobre um determinado espaço.

Para Silva e Guerra (2023), a Geografia é essencial para se compreender nossa realidade, porque sua abordagem nos permite enxergar a sociedade e a natureza de forma integrada e interconectada, entendendo que as ações da sociedade sobre o meio ambiente geram resultados em diversas escalas, seja global ou local.

A gestão do espaço urbano com qualidade e equidade é algo necessário para que não existam tantas desigualdades e, consequentemente, muitos problemas que possam agravar a qualidade de vida de toda ou parte da população. No processo de gestão urbana, a participação democrática é algo fundamental, levando para o planejamento urbano as demandas reais de determinada comunidade para auxiliar desenvolvimento para todos.

A ideia da gestão dos riscos de desastres no espaço urbano requer uma ampla análise dos fatores sociais, econômicos, ambientais, políticos e culturais, pois todos eles possuem forte ligação com a formação socioespacial, na dinâmica e nos problemas existentes nas cidades.

Assim, a Geografia possui grande relevância nos estudos do espaço urbano, por incorporar em suas análises informações tanto da natureza ou meio físico, quanto da sociedade.

As cidades precisam estar comprometidas com o desenvolvimento urbano, sendo seu planejamento apoiado à tecnologia, um componente essencial na gestão eficaz do espaço urbano, uma vez que a utilização da tecnologia oferece serviços de gestão mais eficiente e solucionar problemas concretos, contribuindo, assim, na redução de desigualdades, aumentando a resiliência e a qualidade de vida da população (Brasil, 2021).

Dessa maneira, o planejamento estratégico pode ser adotado e podendo contribuir, decisivamente, com a governança territorial e melhorias em uma cidade. Melhorias, como, por exemplo, na gestão de áreas de risco para evitar desastres e manter a população em segurança.

Planejamento Estratégico é entendido como um processo sistêmico de estabelecimento da estratégia, que pressupõe adequado entendimento da organização e do contexto em que se encontra inserida, visando a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes e a sustentabilidade a longo prazo (Brasil, 2023a).

Por sua vez, a governança territorial pode ser entendida como conjunto de processos, políticas e práticas que auxiliam a gestão e o desenvolvimento de uma determinada área geográfica, seja rural ou urbana. Ela envolve a coordenação de diferentes atores, como governos locais, organizações da sociedade civil, setor privado e comunidades locais, para tomar decisões e implementar ações que afetam o território em questão (Souza, 2004).

Os principais instrumentos de apoio ao desenvolvimento urbano são a Nova Agenda Urbana da ONU (global), o Estatuto da Cidade Lei Nº 10.257/2001 (nacional), que institui o Plano Diretor (municipal) como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana para as cidades com mais de 20 mil habitantes. Há, também, a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (CBCI) lançada em dezembro de 2020 é um instrumento orientador de ações que visem tornar as cidades mais eficientes em seus serviços por meio da conectividade.

Os instrumentos citados são bases para melhoria ou organização socioespacial de uma cidade, bem como promover a qualidade de vida e erradicar as desigualdades. Mas somente o Estatuto da Cidade e o Plano Diretor possuem força de Lei, mas ainda falta muito para que suas diretrizes sejam efetivadas.

Assim, o planejamento estratégico e a governança territorial não serão eficientes se não houver amplamente a inserção de diretrizes ou objetivos dos referidos documentos. Sua adoção e articulação pode contribuir decisivamente com a governança territorial e melhorias em uma

cidade. Melhorias, como, por exemplo, na gestão de áreas de risco para evitar desastres e manter a população em segurança.

Vale lembrar que a maioria das cidades brasileiras peca na gestão dos riscos de desastres. Um exemplo claro é referente ao plano de adaptação às mudanças climáticas. Segundo levantamento da Agência Pública (2024), das 27 capitais, apenas 11 estão com o plano elaborado, já as outras 16 não possuem, embora algumas estejam em fase de implantação. O que demonstra pouca preocupação quanto à preparação das cidades para enfrentamento das mudanças climáticas.

É de extrema importância para o futuro das cidades pensar em planejamento urbano que considere as mudanças climáticas. O planejamento adequado auxilia na implementação de diversas ações e procedimentos necessários para alcançar resultados satisfatórios na prevenção e mitigação dos efeitos dos desastres. Dessa forma, o planejamento deve focar em tornar o ambiente da cidade mais resiliente a eventos de extremos climáticos.

É neste contexto que o Sistema Ambiental Urbano surge como uma proposta que procura compreender o espaço urbano numa perspectiva holística, ou seja, ampliando seu campo de investigação por meio da incorporação de múltiplos atributos que influenciam na formação do espaço urbano. Uma proposta que amplia a possibilidade de analisar o espaço urbano, e assim, demonstrar maiores possibilidades de planejamento e gestão.

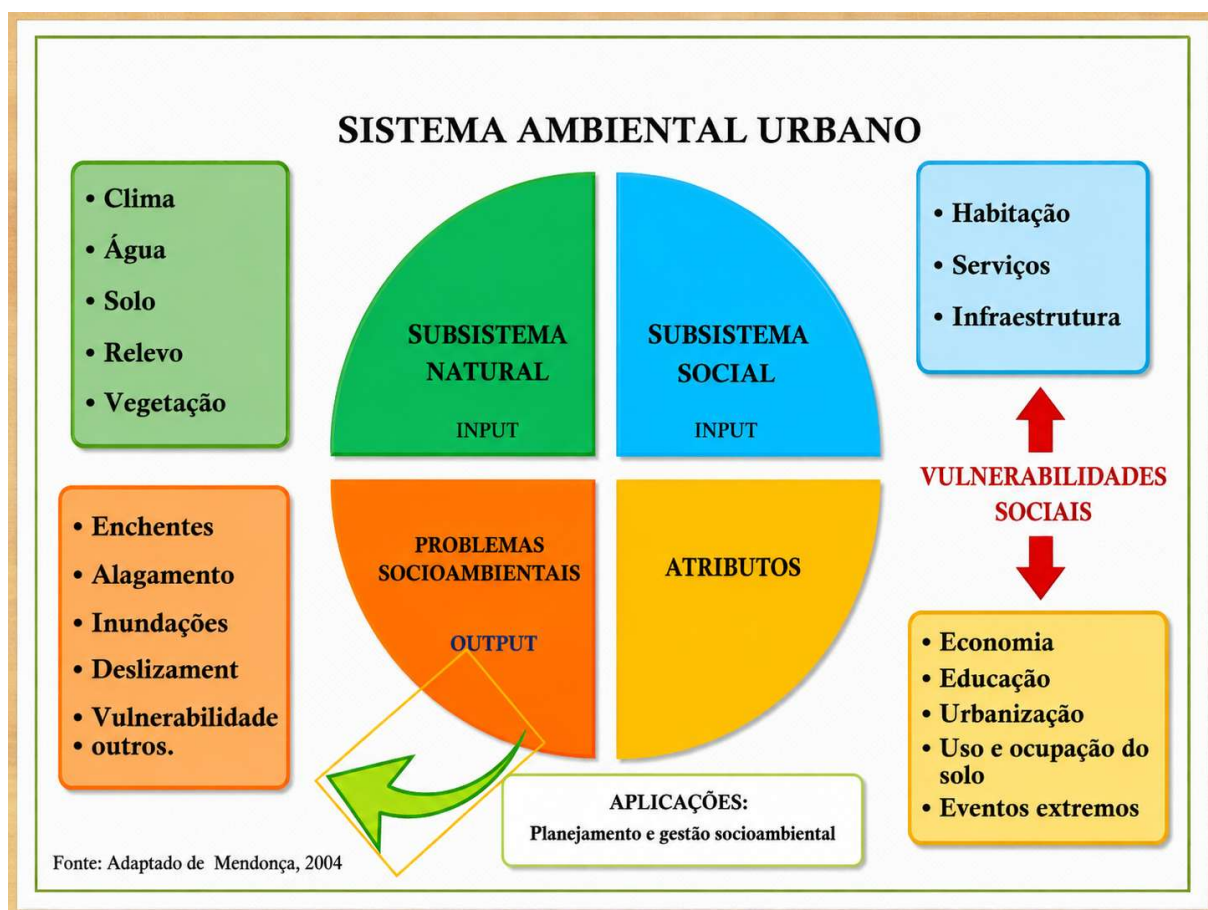
3.2 Sistema Ambiental Urbano (SAU) e sua integração com indicadores e índices

A gestão dos riscos de desastres exige uma abordagem abrangente das transformações, que ocorrem no espaço urbano, considerando as características socioespaciais do presente e sua evolução histórica, além da forma como esse território tem sido planejado e gerido. Nesse contexto, torna-se fundamental adotar metodologias e ferramentas integradoras capazes de auxiliar no planejamento territorial, fortalecer a gestão pública e apoiar a tomada de decisões. Essa abordagem contribui para a redução de vulnerabilidades, amplia a capacidade de resposta aos desastres e contribui para a construção de cidades mais seguras, resilientes e com melhor qualidade de vida para a população.

Neste sentido, a abordagem do Sistema Ambiental Urbano (SAU), proposta por Mendonça (2004) é utilizada para compreender a complexa interação entre os elementos naturais e humanos que constituem o ambiente em áreas urbanas.

O Sistema Ambiental Urbano é caracterizado por um sistema complexo de fluxos de matéria e energia que se relaciona com os impactos socioambientais. Ele é analisado sob uma perspectiva integrada, considerando os problemas socioambientais que geram riscos e vulnerabilidades na relação entre sociedade e natureza (Mendonça, 2004). Este sistema é exemplificado pela Figura 6.

Figura 6 - Representação do Sistema Ambiental Urbano.



Fonte: Adaptado de Mendonça, 2004.

Conforme representado na Figura 6, o Sistema Ambiental Urbano é constituído por dois subsistemas (natural e social) que mantêm relações de interdependência e interação contínua. Essa dinâmica mostra que os componentes naturais e sociais atuam de forma integrada, influenciando na configuração dos problemas socioambientais presentes no espaço urbano. Assim, a ocorrência desses problemas resulta da interação entre os processos naturais e as formas de ocupação, uso e gestão de determinado território.

São processos que requerem atenção especial para que se possa compreendê-los de forma integral e, assim, melhorar as ações de planejamento e a gestão socioambiental, pois

permitem identificar as causas dos problemas e orientar o ordenamento territorial segundo suas características, além de desenvolver ações capazes de reduzir os riscos e promover cidades mais resilientes. A descrição do Sistema Ambiental Urbano é feita por Mendonça (2004, 2010) conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Descrição do Sistema Ambiental Urbano.

Sistema de entrada/Input	Atributos	Output ou saída	Aplicações
Fluxos de matéria e energia de ordem natural e de processos sociais	Instâncias sociais. A economia, a política, a cultura, a educação e a tecnologia	Problemas resultantes da interação entre os subsistemas; requer atenção da população, dos governantes, da sociedade organizada e das instituições	são estudadas e elaboradas as propostas. equacionamento dos problemas socioambientais urbanos; A solução deles terá implicação direta na qualidade de vida das populações, o que promoverá uma alteração do input, dos atributos e do output do (SAU) por intermédio de mecanismos de feedback
Subsistema N(Natureza) relevo, ar, água, vegetação e solos			
Subsistema Sociedade). habitação, indústria, comércio, serviços, transporte, lazer			

Fonte: Mendonça 2004;2010.

Conforme a descrição na Tabela 1, o Sistema Ambiental Urbano é uma proposta teórico-metodológica, que está em consonância com as propostas da Agenda 2030 ou os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), posto que envolve no processo de gestão os componentes referentes às necessidades da sociedade e de preservação do meio ambiente.

Algumas obras de Francisco Mendonça merecem destaque quanto à aplicação conceitual, de gestão riscos de desastres e outros, podem ser analisados melhor em Impactos socioambientais urbanos (Mendonça, 2004); Riscos climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados (Mendonça, 2014); A cidade e os problemas socioambientais urbanos: uma perspectiva interdisciplinar (Mendonça, 2019) e Riscos híbridos: concepções e perspectivas socioambientais (Mendonça, 2021).

Quanto aplicações diretas ou pesquisas realizadas na perspectiva da metodologia do Sistema Ambiental Urbano na gestão de riscos de desastres pode se destacar Farias e Mendonça (2019, 2022); Mendonça (2004, 2009, 2010); Mendonça e Leitão (2008); Mendonça e Lima (2020); Santos *et al.* (2021); Santos, da Cruz e Santos (2022); são apenas alguns destaques nos quais busca-se evidenciar métodos e técnicas para melhorar a gestão do espaço urbano na perspectiva da mitigação dos riscos e desastres.

Dentro da gestão do espaço urbano é fundamental considerar os aspectos da metodologia empregada pelo Sistema Ambiental Urbano, em virtude de incorporar vários aspectos do campo social e ambiental, além das relações entre eles. Neste sentido, Fortes (2010) considera que, o ato de pensar em planejar o ambiente urbano deve ser precedido pelo ato de pensar a cidade de acordo com suas interações antrópicas e condições naturais, além de compreender a dinâmica da produção espacial e perceber as distintas paisagens.

Dessa forma, pode ser entendido que a autora considera que, antes do planejamento, deve haver uma análise espacial mais criteriosa do ambiente a ser planejado, considerando vários aspectos, seja social ou ambiental e de processos de formação desse ambiente urbano.

Mendonça (2004) considera que os problemas ambientais que ocorrem nas cidades são, por princípio, problemas socioambientais, pois a cidade é um espaço que resulta da interação entre a natureza e a sociedade. Assim, não se pode analisar os problemas ambientais que ocorrem nos espaços urbanos, somente os aspectos da natureza e os processos naturais.

Buscando uma metodologia que fosse mais integradora dos processos urbanos e com uma visão interdisciplinar, Mendonça (2004) propõe o Sistema Ambiental Urbano (SAU), uma contribuição teórico-metodológica para o estudo e a gestão das cidades. Segundo o autor, a Geografia ambiental deve ser compreendida como Geografia socioambiental, enfatizando a análise integrada das interações entre natureza e sociedade. Assim, o SAU permite compreender a complexidade das relações que estruturam o espaço urbano e influenciam a dinâmica dos problemas socioambientais.

A importância dessa abordagem está na possibilidade de organização dos estudos de vários componentes ou variáveis, sejam atributos do meio físico, socioeconômico e político. Esses elementos, quando analisados em conjunto, ampliam a possibilidade de análise do espaço urbano, ao revelar suas características, seja da sua formação socioespacial, bem como identificar projeções sobre sua dinâmica futura.

O Sistema Ambiental Urbano amplia consideravelmente as possibilidades de estudar o espaço urbano em suas diversas dimensões, sejam elas sociais, econômicas, políticas e ambientais, quando integrado a ferramentas tecnológicas, uma vez que elas possuem grande capacidade de trabalhar com diversas variáveis, sendo de grande importância na análise de indicadores e, conseqüentemente, na construção de índices que revelam vulnerabilidades socioambientais.

Os indicadores são variáveis usadas para dimensionar fenômenos reais ao possibilitar observar, quantificar e avaliar determinados aspectos da sociedade, por meio de transformações complexas de dados em informações mais simples e compreensíveis, que facilitam o monitoramento, a avaliação e a comparação de fenômenos e processos socioeconômicos e ambientais que caracterizam determinado ambiente e sua população.

De acordo com Bahia (2021), eles são ferramentas de gestão que permitem monitorar e avaliar o desempenho de organizações, projetos e políticas. Ainda ajudam a verificar o cumprimento de metas, identificar avanços e problemas, e assim, orientar mudanças necessárias. Na gestão pública servem para medir aspectos da realidade ligados às ações ou omissões do Estado, tornando possível observar e avaliar esses fenômenos de forma mensurável.

Neste sentido, pode-se concluir que os indicadores são fundamentais na análise espacial, pois exercem funções que vão desde a quantificação de fenômenos até o suporte à gestão pública, auxiliando no monitoramento, na avaliação e na aplicação de políticas públicas. Nesse contexto, os indicadores constituem métricas ou variáveis que, quando integradas, assumem papel essencial na construção de índices. Estes, por sua vez, configuram-se como peças-chave para a mensuração e compreensão das realidades sociais, econômicas e ambientais de uma cidade.

Os índices correspondem a valores numéricos derivados da aplicação de métodos estatísticos envolvendo dados coletados de diversas variáveis, configurando-se como produtos da combinação de vários indicadores que, ao se combinarem, formam um valor único para caracterizar determinado fenômeno, que pode ser social, econômico, ambiental, demográfico ou outro.

De acordo com o IPEA (2018), os índices são medidas estatísticas formadas pela combinação de vários indicadores individuais. Sua função é resumir dimensões complexas como vulnerabilidade social, desenvolvimento humano ou atividade econômica, que não podem ser representadas adequadamente por apenas uma variável isolada.

Sobre a definição do índice, é relevante entender que são mecanismos, que trazem uma síntese de determinada realidade, sendo eles elementos que auxiliam na compreensão de determinados fenômenos, ou ainda, relações entre diversas realidades. São amplamente utilizados por organismos e instituições pelo mundo, a fim de sintetizar situações que se pretende investigar ou monitorar, visando melhoria de algo.

Alguns dos índices mais conhecidos estão relacionados com indicadores sociais, econômicos e de desenvolvimento, como, por exemplo, o IDH, Índice de Desenvolvimento Humano, índice de pobreza multidimensional (IPM), Índice de Gini e outros. No Brasil existem alguns que são amplamente utilizados, que são o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Índice de Progresso Social (IPS) e o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

O IDH é uma medida formada por indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: a longevidade, a educação e a renda. Possui uma escala que varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor o desenvolvimento (UNDP, 2025a).

Outro importante índice é o Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) que mede o percentual de famílias em situação de privação de três dimensões: pobreza, educação e serviços básicos de infraestrutura para obter uma visão ampla da pobreza em determinado país (Banco Mundial, 2026).

Já o índice de Gini é definido conforme um instrumento que mede a extensão do desvio da distribuição de renda, ou ainda, mede o grau de concentração de renda em determinado grupo. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos 20% mais pobres e dos 20% mais ricos, variando entre 0 e 1 (DEDG, 2024).

Os três índices citados são amplamente utilizados em nível internacional, configurando-se como importantes mecanismos de avaliação e monitoramento da desigualdade e do bem-estar social de países. É verdade que não são fiéis quanto ao retratar a realidade, porém mostram em síntese, os problemas sociais e econômicos enfrentados pelos países.

No Brasil, dois índices bastante utilizados são o IDEB e o IDHM. O primeiro foi criado em 2007 e é calculado a partir dos dados sobre aprovação e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), variando de 0 a 10 (INE, 2025). Já o segundo foi criado em 2012 pelo PNUD Brasil, o IPEA e a Fundação João Pinheiro para medir o nível de desenvolvimento humano em cada município brasileiro. Ele consiste numa medida

composta de indicadores de três dimensões: longevidade, educação e renda. Esse índice varia de 0 a 1, sendo o valor mais próximo de 1 o mais desejável (UNDP, 2025b).

Os resultados dos dois índices são importantes para definição de metas e de orientação de políticas públicas que possam melhorar a educação e o desenvolvimento social dos municípios, além de permitir comparar e identificar desigualdades entre as regiões do país.

Assim, pode-se considerar que os índices são amplamente utilizados para quantificar realidades e facilitar o emprego e o acompanhamento de metas, uma vez que sua aplicação busca contribuir para a melhoria das diferentes situações representadas pelos indicadores. Nesse sentido, os índices possuem diversas aplicações, e as instituições, órgãos públicos e pesquisadores, procuram desenvolver, além de adequar e implementar instrumentos que auxiliem na investigação e no monitoramento de determinado fenômeno ou realidade, como exemplifica o Índice de Vulnerabilidade Social elaborado pelo IPEA.

Segundo informações descritas pelo IPEA (2018), o IVS é um índice sintético construído com base em indicadores, que expressam fragilidades sociais a partir de fatores como trabalho, renda, educação, saúde, condições de transporte, habitação e saneamento. Os dados que compõem os cálculos são oriundos dos Censos Demográficos e os valores do índice variam de 0 a 1, pois quanto mais se aproxima de 1, maiores são as condições de vulnerabilidade.

Ainda segundo o instituto, o IVS foi criado em 2013 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), dentro do projeto Atlas da Vulnerabilidade Social (AVS). Ele surgiu como ferramenta para medir e mapear as condições de vulnerabilidade e exclusão social dos municípios e regiões metropolitanas do Brasil, sendo considerado como um índice sintético complementar ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que contribui com o apoio a políticas públicas e análises sociais.

Esse índice tornou-se uma importante ferramenta, porque utiliza dados do Censo Demográfico, onde a maioria já são georreferenciados até nível de setor, porém para os cálculos do IVS são usados dados apenas para o nível municipal e regiões metropolitanas (quando agrupados). Configurando-se, assim, como um índice de grande confiança por sistematizar informações baseadas nos indicadores.

Porém Costa (2023, p. 2) faz um alerta ao considerar que “todo índice não deve ser adotado como única fonte de orientação de políticas públicas, mas como auxiliar na condução

delas”. Eles mostram em síntese determinada realidade, ou seja, apontando o problema, necessitando de verificação detalhada em conjunto com outros instrumentos para que haja maior precisão na definição de escolhas.

Ainda segundo o autor, embora algumas limitações que possam existir, os índices possibilitam muitos pontos positivos, como, por exemplo, uma apreensão rigorosa e relativamente eficaz sobre determinada realidade, contribuem na tomada de decisões associadas às políticas públicas, favorecem à rápida comunicação e mobilizadora da opinião pública, além de funcionar como um referencial para comparações espaço-temporal.

Em resumo, pode-se considerar que o IVS é uma importante ferramenta para revelar as condições de fragilidade social, por agregar inúmeras variáveis que são derivadas dos estudos e pesquisas do IBGE, aumentando, assim, a confiabilidade dos dados e informações, sendo, portanto, úteis no auxílio do monitoramento, avaliação e aplicação de políticas públicas, por fornecer parâmetros comparativos confiáveis.

Outro importante índice é o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (SEVI), que foi criado por pesquisadores do Cemaden e do INPE. Segundo Vieira *et al.* (2023, p. 4) o índice combina indicadores “relacionados à adaptação (desenvolvimento humano, infraestrutura e renda); à sensibilidade (número de dias sem chuva, uso e cobertura da terra, temperatura e tipo de solo) e à exposição como densidade populacional, degradação e desertificação do solo”. Sua variação vai de 0,02 até 0,5, onde os valores mais próximos de 0,5 representam maior condição de vulnerabilidade.

Esse é um importante índice relacionado a indicadores biológicos, físicos e socioeconômicos, que foi utilizado para análise de vulnerabilidade em bacias hidrográficas. Os resultados permitiram identificar áreas prioritárias para ações de recuperação. Porém o foco desse índice é a análise ambiental, embora contenha dados sobre as condições socioeconômicas.

As aplicações dos índices são bem diversificadas, bem como o foco de análise de cada um deles. Marques *et al.* (2018) demonstraram em seus estudos que a combinação de indicadores socioambientais por meio de geotecnologias possui grande capacidade na análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas-SP.

Na mesma perspectiva metodológica, o trabalho desenvolvido por Cunico, Lucena e Moura (2022) possibilitou a construção de índices de riscos para os municípios do estado da

Paraíba. Nesse estudo, os autores utilizam o incremento de dados de infraestrutura e de informações dos setores censitários, sendo um instrumento indicador de áreas que necessitam de gestão efetiva do poder público para mitigar os riscos de desastres.

Santana (2024) aliou em sua pesquisa aspectos geomorfológicos e sociais na investigação sobre a vulnerabilidade socioambiental e os riscos de inundação no alto curso da Bacia do Mindu, Manaus-AM, por meio de técnicas de geoprocessamento. A autora considera de grande importância a utilização de indicadores dos aspectos ambientais e sociais em bacias hidrográficas do meio urbano para que se possa fazer intervenções mais adequadas. Porém os indicadores são trabalhados separadamente, embora permita haver boa compreensão da realidade pesquisada.

Carmo Filho (2025) constatou, por meio de indicadores, que a vulnerabilidade social na Bacia Hidrográfica da Boa Vista, localizada na Zona Leste da cidade de Manaus, é expressiva, configurando-se, assim, como uma área de mínima capacidade de resiliência. Mas utiliza apenas dados dos indicadores, sem a construção de um índice, o que torna cada vez mais necessário conhecer os padrões socioeconômicos e ambientais de determinadas áreas para poder contribuir com mais informações, subsidiando, assim, ações do poder público.

As pesquisas relativas a indicadores e índices possuem grande importância, todavia os índices agregam maior poder de síntese, uma vez que eles são formados pela combinação estatística de vários indicadores, além de permitir analisar o desempenho de cada indicador na configuração do índice. Eles são instrumentos estratégicos para auxiliar no fortalecimento da gestão pública, no debate social e acadêmico de temáticas importantes para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de determinado território.

Neste sentido, a abordagem geográfica por meio do Sistema Ambiental Urbano, aliada à análise espacial com técnicas de geoprocessamento, configura-se como importante ferramenta na construção de índice de vulnerabilidade socioambiental das áreas de risco de Manaus, contribuindo, também, como instrumento de gestão de dados e informações do espaço urbano da cidade. Isto porque as técnicas de geoprocessamento são fundamentais nesse processo de análise espacial das vulnerabilidades socioambientais por integrar e relacionar informações do meio físico e do meio social em bases cartográficas.

O que permite a sobreposição de dados e a identificação de padrões espaciais como áreas de maior vulnerabilidade, além de analisar a interação entre processos naturais e antrópicos que se caracterizam no espaço urbano. Dessa forma, a aliança entre tecnologia e perspectiva

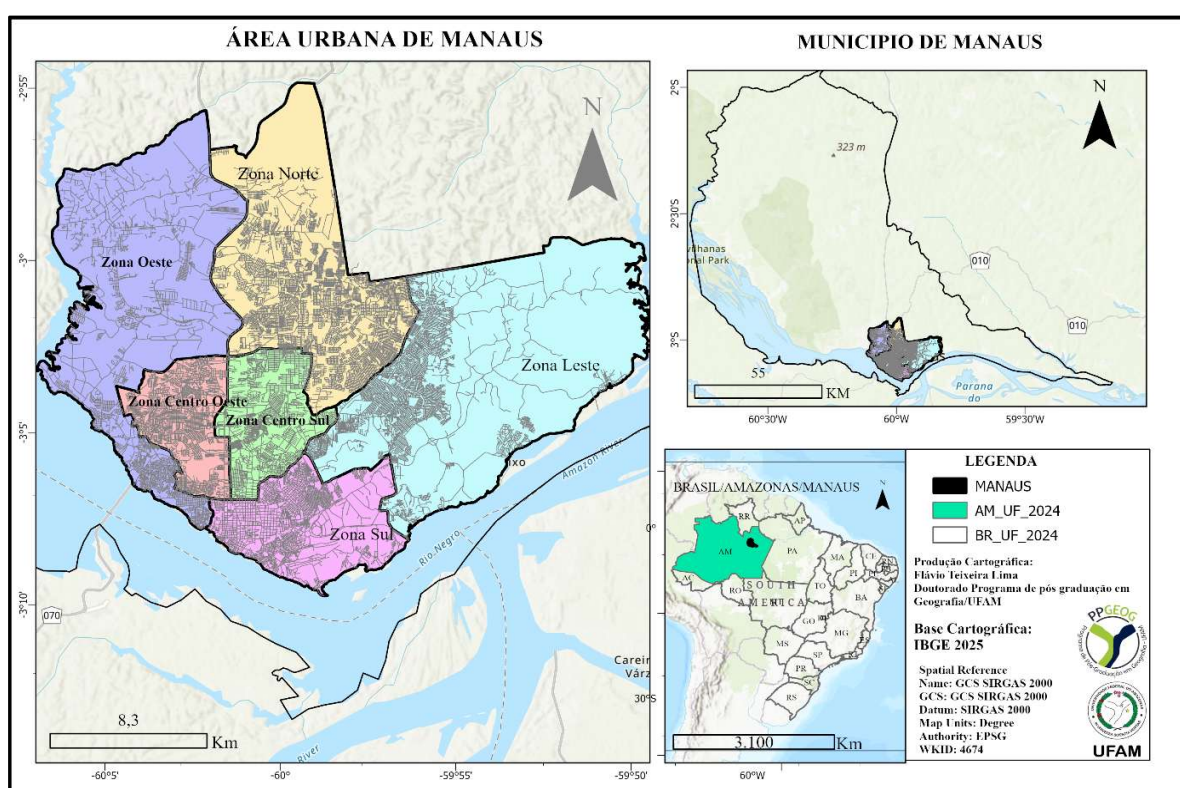
teórico-metodológica favorece a elaboração de diagnósticos mais precisos, auxiliando o planejamento urbano adequado e a gestão de áreas de risco.

4 METODOLOGIA

4.1 Descrição da área de estudo

A cidade de Manaus localiza-se na região Norte do Brasil, localizada entre as latitudes 2°54'09" e 3°09'41" S e longitude 59°48'02" e 60°08'33" Oeste. Constituindo-se como o principal centro demográfico da região. É banhada pelo Rio Negro pela margem esquerda, conforme pode ser observada na Figura 7.

Figura 7 - Localização de Manaus.



Fonte: IBGE, 2025. **Elaboração:** Flávio Teixeira Lima, 2026.

A Figura 7 representa a posição geográfica da cidade de Manaus perante o território brasileiro e amazonense. Pode-se observar ainda, a divisão administrativa da zona urbana da cidade em 6 zonas.

A cidade situa-se sobre a unidade geológica da Formação Alter do Chão, composta, principalmente, por arenitos finos a grossos, vermelhos e alaranjados que datam do período Cretáceo. Esta formação é conhecida por suas características sedimentares, que incluem estra-

tificações e laminações cruzadas, indicando um ambiente fluvial meandante (SGB, 2014; Cunha *et al.*, 1994). As características demonstram um ambiente vulnerável aos processos erosivos.

Tais características influenciam diretamente na estruturação do relevo da cidade, que é formado, principalmente, por planícies, terras baixas e colinas suaves que apresentam pequenas variações de altitude, raramente ultrapassando os 100 metros. Nos estudos de Sarges *et al.* (2011) foi possível constatar que a altitude superior a 115 está presente na Zona Norte da cidade em áreas de topos planos dos divisores tabulares. Já as menores altitudes se referem aos vales dos rios e são inferiores a 25 metros.

Para Vieira (2008), na cidade podem ser observados platôs que terminam em encostas de diferentes formas (côncavas, convexas e retilíneas). Na Zona Leste, a predominância é dos platôs com encostas curtas, íngremes e predominantemente convexas. Já na Zona Oeste, destacam-se os platôs mais longos com encostas retilíneas e de baixa inclinação. Tais características são resultantes dos processos modeladores na região, influenciados pela dinâmica da hidrografia e do clima.

O principal grupo de solo existente nesta cidade é o Latossolo. Resultante de material altamente alterado, apresentando coloração vermelha ou amarela devido à intensa lixiviação e intemperismo na Amazônia. São profundos, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade natural. Além dos latossolos, outros tipos de solos também podem ser encontrados em Manaus e arredores, como os Argissolos e Planossolos, geralmente em áreas de várzea e regiões de maior relevo (IBGE, 2010).

Os latossolos, assim como qualquer outro grupo, se tornam vulneráveis aos efeitos do intemperismo e das ações humanas, em virtude do manejo incorreto, como, por exemplo, em processo de expansão acelerada de áreas urbanas. Em Manaus, esse processo não tem sido diferente, pois a transformação na paisagem, pela retirada da cobertura vegetal, acelera os processos de erosão, sedimentação e movimento de massa.

O clima equatorial apresenta valores elevados para as variáveis de temperatura, precipitação e umidade. O comportamento térmico na cidade é pouco variável ao longo do ano, ficando em torno dos 26,5 °C na média anual. As menores médias ocorreram nos meses de janeiro a abril, enquanto as maiores, nos meses de agosto a outubro. A precipitação média é de 2.300 mm e varia ao longo do ano, onde os maiores valores são referentes aos meses de janeiro

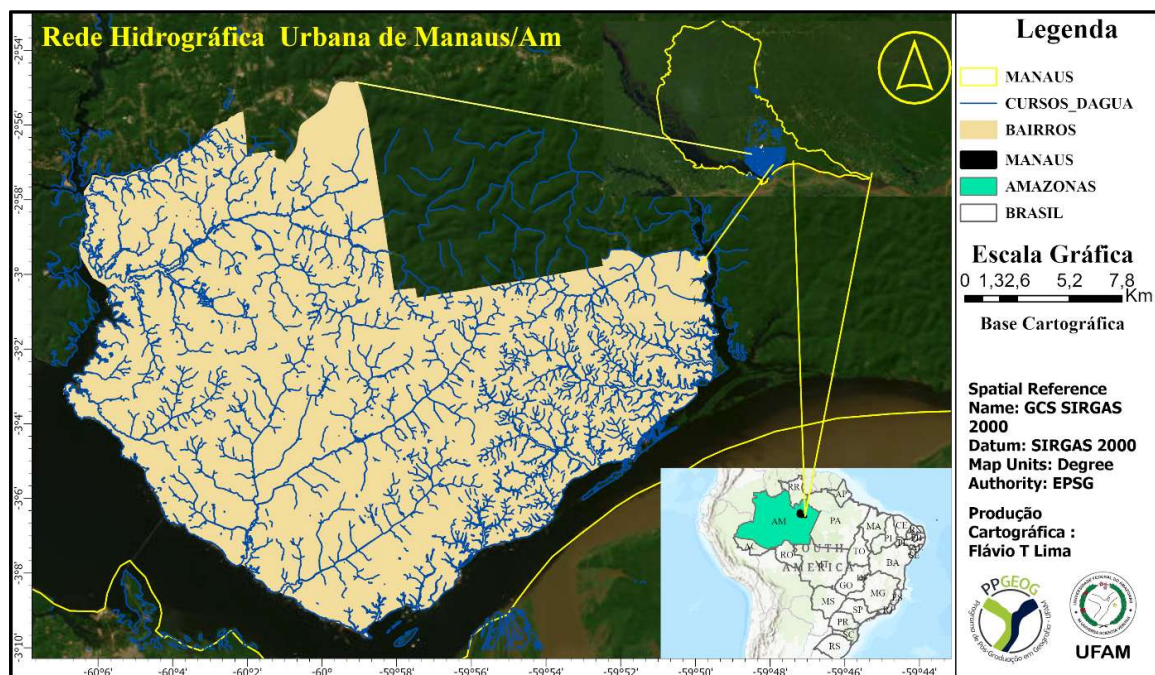
a maio (média de 305), enquanto os menores são de julho a setembro (média de 67 mm). Já a umidade relativa do ar possui média anual de 80% (INMET, 2024).

A precipitação na cidade está associada, principalmente, a sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Linhas de Instabilidade e as brisas fluviais, tendo a floresta como importante mecanismo de interação com a atmosfera caracterizando, assim, os níveis de precipitação na região (Marengo e Nobre, 2009; Cavalcanti e Ferreira, 2021; Carvalho *et al.*, 2024).

O clima de Manaus é um componente importante no desencadeamento de riscos de desastres. Isto se deve, principalmente, à elevada precipitação, o que gera processos de alagamento, inundação, enchentes e deslizamento de terra (Brasil, 2025). A elevada precipitação da cidade é resultante da dinâmica ou combinação entre diversos sistemas meteorológicos e da interação entre atmosfera e floresta, o que influencia diretamente na hidrografia da cidade.

A cidade de Manaus é banhada pelo Rio Negro, que pertence à Bacia Amazônica. A cidade possui uma das redes hidrográficas urbanas mais complexas do Brasil em virtude da sua extensa rede de drenagem, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Rede hidrográfica de Manaus.



Fonte: Prefeitura de Manaus - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Conforme a Figura 8, que representa o mapa da rede hidrográfica da zona urbana de Manaus, a cidade apresenta uma densa rede hidrográfica, composta por numerosos cursos d'água, o que contribui para o aumento dos riscos, quando as margens são ocupadas para moradia sem estrutura.

A grande quantidade de rios, igarapés ou riachos na cidade passou por profundas modificações ao longo dos tempos, seja pela ação antrópica direta ou por ações do poder público, ao canalizar ou modificar para projetos de infraestrutura de urbanização na cidade.

4.2 Procedimentos metodológicos

Uma pesquisa de natureza aplicada e abordagens tanto qualitativa quanto quantitativa. A primeira etapa consistiu na análise da dinâmica das áreas de risco e sua influência na ocorrência de desastres, por meio dos dados da Defesa Civil de Manaus e do Serviço Geológico do Brasil.

Em seguida, a identificação da vulnerabilidade socioambiental dos bairros de Manaus, de onde se extraiu a vulnerabilidade socioambiental das áreas de risco da cidade de Manaus. Identificação e extração feita por meio da aplicação de técnicas de geoprocessamento com operações estatísticas e de análise espacial, a partir de indicadores oriundos do censo demográfico de 2010 e 2022. Análise das políticas de gestão e enfrentamento dos riscos de desastres de Manaus, além da identificação das Zonas Prioritárias para intervenções, a partir da combinação do índice de vulnerabilidade socioambiental e das áreas de risco. Os procedimentos são descritos nos itens a seguir:

A) Caracterização das áreas de risco e sua influência na ocorrência de desastres

A caracterização das áreas de risco e sua influência na ocorrência de desastres consistiu em analisar a evolução das áreas de risco nos anos de 2012, 2019 e 2025, que foram os anos nos quais realizaram-se os trabalhos técnicos de identificação e atualização das áreas.

Para esse objetivo foram utilizadas técnicas de análise espacial por meio de softwares³ de geoprocessamento, como recorte de área, extração de geometria por meio da ferramenta Clip. Em seguida, a espacialização por meio do método Natural Breaks (Quebras Naturais ou

³ ArcGIS Pro 3.6.4. Software autorizado para o autor por meio da licença, Personal Use 3894670461

Jenks), que é um método de classificação de dados que organiza valores semelhantes em grupos, destacando as diferenças entre eles. Ele procura pontos de separação naturais na distribuição dos dados (como vales em um histograma), reduzindo a variação dentro de cada grupo e evidenciando padrões importantes.

Por meio desse método foi possível espacializar informações e características das áreas de risco da cidade de Manaus, segundo os dados registrados pelo SGB ao longo do período analisado.

B) Identificação da vulnerabilidade socioambiental da cidade de Manaus por meio da aplicação de índices

A análise espacial das condições socioambientais das áreas de risco foi elaborada a partir da perspectiva do Sistema Ambiental Urbano de Francisco Mendonça (2004) e Farias e Mendonça (2022) e suas aplicações. As técnicas empregadas constituem ferramenta para estudar áreas de risco em uma cidade, pois integram aspectos naturais e sociais, visando entender a correlação entre eles. Assim, geram informações importantes na identificação de fragilidades que se configuram como riscos. Permite-se realizar decisões mais assertivas sobre ações ou medidas que visem diminuir a exposição dos indivíduos aos riscos de desastres.

Os dados utilizados para as etapas seguintes foram oriundos do censo demográfico de 2010 e 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir dos dados em nível de bairro e de bases cartográficas. Os dados censitários fornecem uma base essencial para caracterização socioeconômicas e demográficas da população, onde utilizou-se de técnicas de geoprocessamento e ferramentas tecnológicas compostas por softwares de geoprocessamento como o QGIS e ArcGIS Pro.

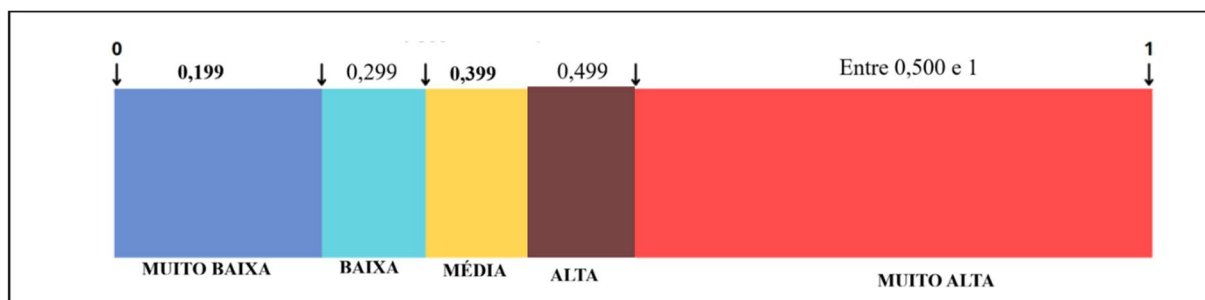
Inicialmente, foram trabalhados os dados de população absoluta dos bairros para gerar densidade demográfica para compor um dos indicadores de vulnerabilidade. Processo feito por meio da aplicação do método de Kernel, a partir da ferramenta de análise espacial, que consiste em calcular a densidade de feições em uma determinada vizinhança. Este pode ser calculado para feições de ponto e linha (ESRI, 2024). O método proporciona a visualização e análise da distribuição de uma variável em um determinado espaço geográfico.

Os dados adquiridos foram organizados em quatro categorias, sistematização semelhante à utilizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2018) na geração de índices de vulnerabilidade social. O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador que avalia a probabilidade de indivíduos ou famílias enfrentarem situações de pobreza e exclusão

social. O Instituto utiliza os indicadores como parâmetro para mensurar a vulnerabilidade social de determinado território.

Ainda segundo o Instituto, o índice é inversamente ao que se observa no IDHM. Seus valores são normalizados numa escala que varia entre 0 a 1: quanto mais próximo de 1, piores são as condições de vida da população; ao passo que valores próximos a zero representam baixa ou inexistente de vulnerabilidade conforme a Figura 9.

Figura 9 - Faixas de vulnerabilidades.



Fonte: Adaptado de IPEA, 2018.

De acordo com a Figura 9, as faixas de vulnerabilidade social são divididas em 5 intervalos: 0–0,199 = **Muito baixa**, 0,200–0,299 = **Baixa**, 0,300–0,399 = **Média**, 0,400–0,499 = **Alta**, 0,500–1 = **Muito alta**.

Na geração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental aplicado para os bairros e, consequentemente, para as áreas de risco foram considerados 11 indicadores agrupados nas categorias de Infraestrutura Urbana, Capital Humano, Renda e Trabalho, além do índice para o Meio Ambiente, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Categoria dos índices de vulnerabilidade socioambiental.

IVSA			
Categorias	Indicadores	Variável	Peso
IVS - Infraestrutura Urbana	- Percentual de pessoas em domicílios sem abastecimento de água	V00542(IBGE)	0,2
	- Percentual de pessoas em domicílios com esgotamento sanitário inadequados/sem	V00557 + V00558(IBGE)	0,3

	- Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo	V 00612 + V00613(IBGE)	0,45 0,3
IVS - Capital Humano	- Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	V00901 IBGE	0,3
	- Percentual de crianças menores de 10 anos de idade em domicílio	V 01031 + V 01032 IBGE	0,5
	- Percentual de idosos com mais de 60 anos de idade em domicílio	V 01040 + V 1041 IBGE	0,5
IVS - Renda e Trabalho	- Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita igual a meio salário-mínimo	V001(Censo-2010) IBGE	0,6
	- Taxa de desocupação da população de 14 anos ou mais de idade (7%) IBGE 2025	IBGE	0,5
IVS - Ambiente	- Densidade Demográfica	IBGE	0,4
	- Percentual de pessoas em áreas de risco	SGB	0,6
	- Percentual de áreas de risco	SGB	0,6

Fonte: Adaptado do IPEA, 2018. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A tabela 2 representa os elementos na construção do índice de vulnerabilidade socio-ambiental, organizados em categorias, indicadores, variáveis e peso de cada indicador utilizado. Dentre os componentes, merece destaque o item variável, que representa o componente utilizado pelo censo demográfico e sua origem de extração dos dados utilizados, cujas fontes foram do IBGE e do SGB. A tabela é uma construção baseada nos modelos de indicadores do IPEA.

Os dados foram organizados em tabelas no Excel e inseridos em ambiente SIG por meio do programa QGIS e ArcGIS Pro. Os dados de renda foram extraídos dos setores censitários do ano de 2010 por meio de plugin oficial Censo IBGE disponível no QGIS e, em seguida, foram agrupados para o nível de bairros para poder retornar ao ambiente SIG por meio de união ao Shapefile dos bairros de Manaus.

Após a preparação dos dados dos diversos indicadores, foi feita a normalização deles (colocar todas as variáveis em mesma ordem de grandeza) segundo os passos da equação 1, em

que o resultado da normalização foi multiplicado pelo peso de cada variável, resultando no IV de cada item. Em seguida, foi realizado o cálculo da média dos indicadores de cada categoria, conforme a equação 2.

EQUAÇÃO 1

$$x' = \frac{(X - X_{mi})}{(X_{max} - X_{min})} x(y) \quad (1)$$

X' = valor normalizado

X = valor observado-

X_{min} = valor mínimo

X_{max} = valor máximo

Y = valor do peso da variável

EQUAÇÃO 2

$$IVSA = \frac{1}{4}(IVIU_{med} + IVCH_{med} + IVRT_{med} + IVAMB) \quad (2)$$

Onde:

$IVSA$ = Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

$IVIU_{med}$ = Média do Índice de Vulnerabilidade para infraestrutura urbana

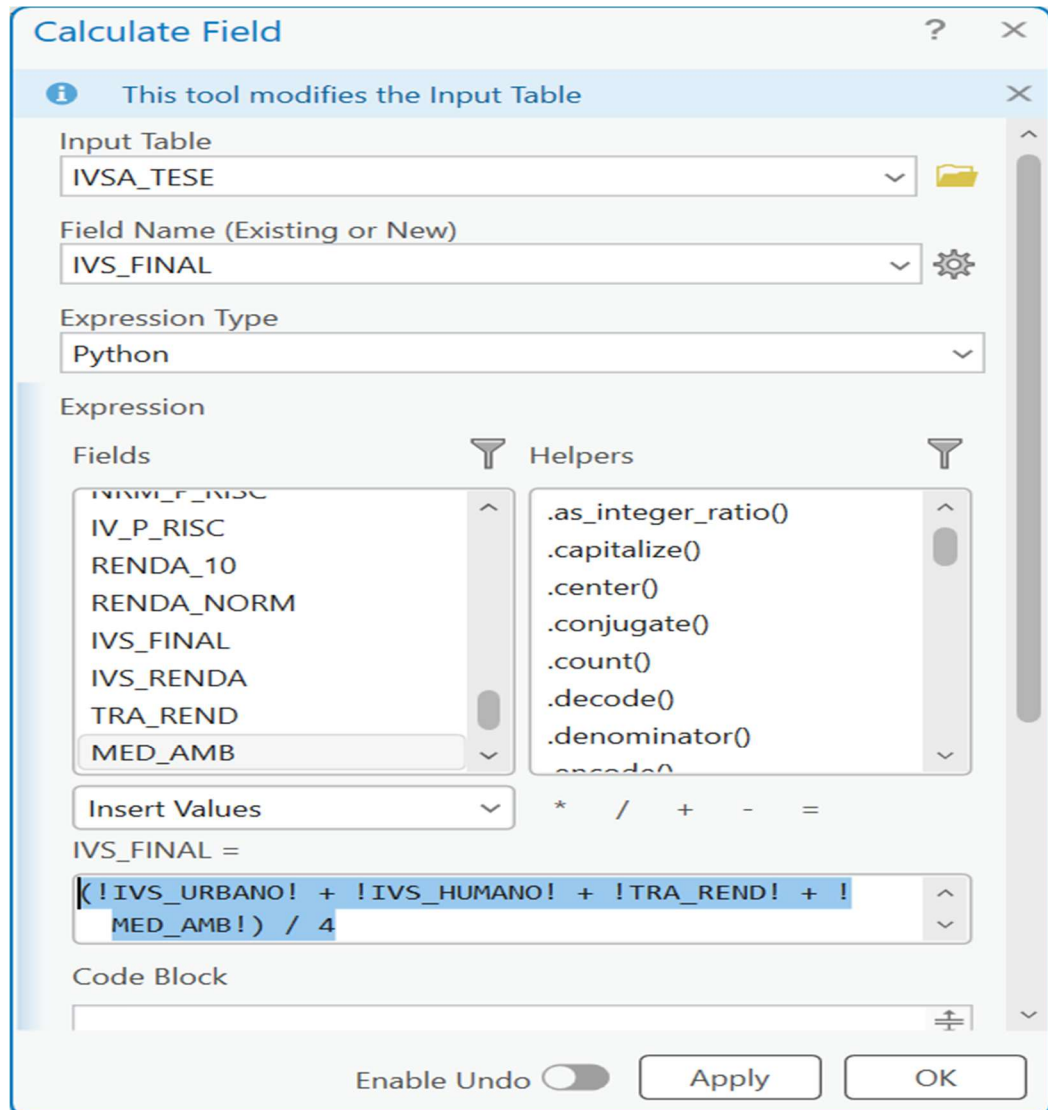
$IVCH_{med}$ = Média do Índice de Vulnerabilidade para Capital Humano

$IVRT_{med}$ = Média do Índice de Vulnerabilidade para renda e trabalho

$IVAMB_{med}$ = Média do Índice de Vulnerabilidade para o Ambiente

As equações 1 e 2 representam os processos de aquisição dos índices de vulnerabilidade. Os cálculos foram realizados por meio da calculadora de campo no ArcGIS Pro, conforme pode ser observado na Figura 10. O índice de vulnerabilidade socioambiental foi calculado por meio da média aritmética das médias das quatro categorias analisadas, que, em seguida, foram analisadas para posterior espacialização. A espacialização foi feita por meio do conjunto de ferramentas de Análise Espacial (Spatial Analyst Toolbox) para edição de componentes (simbologia) e tratamento dos dados e, depois, disponibilização de informações.

Figura 10 - Processo de cálculo da média do índice de vulnerabilidade socioambiental.



Fonte: ArcGIS Pro 3.6.4. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A Figura 10 exemplifica o processo de obtenção da média que constitui o índice de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Manaus.

A espacialização das informações ocorreu em nível de bairros para a cidade de Manaus. Após a geração e espacialização dos índices, estes foram sobrepostos à carta de fragilidade ambiental e aos vetores das áreas de risco da cidade. Nesse processo foi feita a comparação das classes de vulnerabilidade socioambiental com as classes de riscos definidas pelo SGB de 2025; uma forma de poder comparar diversos documentos, contribuindo, assim, para melhorar a definição das classes de risco e ampliando a forma de análise e aquisição de informações.

C) Identificação de zonas prioritárias para intervenção de acordo com a vulnerabilidade e exposição aos riscos

Essas áreas são pontos que agrupam considerável nível de vulnerabilidade socioambiental, associada a ambientes vulneráveis. Sua identificação tornou-se importante pelo fato de revelar onde são os espaços de maior fragilidade perante possíveis ocorrências de desastres e que, por isso, precisam de atenção especial por parte do poder público quanto às ações ou medidas que possam erradicar os riscos de desastres ou, ainda, diminuí-los.

O grande objetivo desse componente foi identificar e analisar a exposição de pessoas e edificações ou infraestruturas localizadas em áreas com maior probabilidade de ocorrências de desastres. Além de apresentar locais de ambientes vulneráveis que merecem atenção por parte do poder público e da própria sociedade.

A identificação das áreas prioritárias foi feita por meio da análise espacial a partir dos produtos cartográficos resultantes dos índices de vulnerabilidade socioambiental e das áreas de risco definidas pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com a Defesa Civil de Manaus, além da combinação entre os índices e a carta de suscetibilidade ambiental elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil.

O procedimento para essa etapa foi realizado por técnicas de geoprocessamento como Clip (recorte) após seleção por atributos, edição cartográfica e densidade de kernel, utilizando software de geoprocessamento. A seleção de áreas de interesse ou consideradas prioritárias, ocorreu principalmente em função dos índices de vulnerabilidade e das áreas de risco, onde realizou-se o recorte (Clip) do produto cartográfico do índice de vulnerabilidade socioambiental, a partir da camada dos setores de risco de Manaus.

A edição cartográfica ocorreu em todo o processo de produção, por meio da inserção de símbolos e cores que destacam determinado fenômeno para que estes sejam melhor visualizados e, assim, facilitar a compreensão cartográfica. Já a densidade de kernel foi aplicada para visualizar os pontos de maior concentração de domicílios em áreas de risco da cidade.

Em resumo, a identificação das Zonas Prioritárias resultou da combinação ou sobreposição de diversas camadas vetoriais e raster para revelar informações úteis na análise espacial do ambiente urbano de Manaus.

D) Análise da política de gestão e enfrentamento dos desastres naturais de Manaus

A análise das políticas públicas para redução dos riscos e desastres em uma cidade é de extrema importância para identificar falhas nas ações de prevenção, planejamento e redução de riscos, além de avaliar ou monitorar os mecanismos implementados pela gestão pública para a redução das vulnerabilidades de comunidades em maior risco, propondo, assim, proteção da sociedade quanto aos eventos que possam causar danos. Ela permite propor melhorias que tornem as cidades resilientes ou seguras para a sociedade.

Neste sentido, foi possível identificar e avaliar os mecanismos de políticas públicas existentes, a partir da análise documental, da revisão bibliográfica, bem como de entrevistas e consultas aos órgãos públicos. A análise documental e revisão bibliográfica ocorreram por meio da revisão de documentos oficiais, como leis, regulamentos e planos de desenvolvimento territorial.

Os principais componentes analisados foram o Plano Diretor da Cidade de Manaus, legislação ambiental, políticas habitacionais desenvolvidas no município pelas diversas esferas, bem como as ações de saneamento básico voltadas para as áreas de risco de Manaus.

Com o objetivo de entender como a gestão de riscos e desastres está inserida nos documentos e como estão sendo efetivadas as ações. Dessa forma, os resultados permitiram analisar como esses documentos incorporam a gestão de riscos de desastres na cidade de Manaus.

Como parâmetro para esta análise foi realizada a comparação entre as metas e ações previstas nos principais mecanismos globais e nacionais de redução de riscos de desastres, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres, a Nova Agenda Urbana e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, além dos instrumentos nacionais voltados à gestão dos riscos de desastres.

A partir dessa comparação, foi possível analisar como as políticas públicas locais estão alinhadas às diretrizes, ações e metas estabelecidas pelos instrumentos globais e nacionais, a partir da identificação de falhas, avanços e elementos que ajudam a fortalecer a gestão dos riscos de desastres.

4.3 Declaração de transparência de uso de Inteligência Artificial (IA)

Este trabalho utilizou ferramentas de Inteligência Artificial Generativa, especificamente o ChatGPT (OpenAI), como apoio à revisão gramatical, edição de imagens, pesquisas e

tradução de artigos científicos, além do aprimoramento da clareza das análises e uso de sinônimos para melhor adequação gramatical. Todas as ideias, análises, interpretações dos resultados e conclusões são de responsabilidade exclusiva do autor da presente tese. O conteúdo produzido como edição de imagens, pela ferramenta foi revisado, verificado e adaptado criticamente antes de sua incorporação ao texto final.

Assim também se deu o uso de softwares para auxiliar na produção cartográfica, edições de texto e os demais citados no texto da tese. Todos os softwares de propriedade privada estão licenciados ao autor da tese, como o pacote office 365 e ArcGIS Pro 3.6.4, e de acesso livre QGIS 3.34 'Prizren' e licença gratuita a plataforma Google Earth Pro 7.37.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise da dinâmica das áreas de risco e sua influência na ocorrência de desastres

Ao longo dos tempos foram surgindo espaços vulneráveis na cidade de Manaus, principalmente pelo processo de desigualdade e exclusão social, ocasionando ocupações irregulares e, conseqüentemente, impactos ambientais que elevaram a fragilidade dos sistemas ambientais e, assim, aceleraram os processos de desgaste do solo e assoreamento de igarapés, contribuindo dessa forma, para a formação de espaços vulneráveis a desastres.

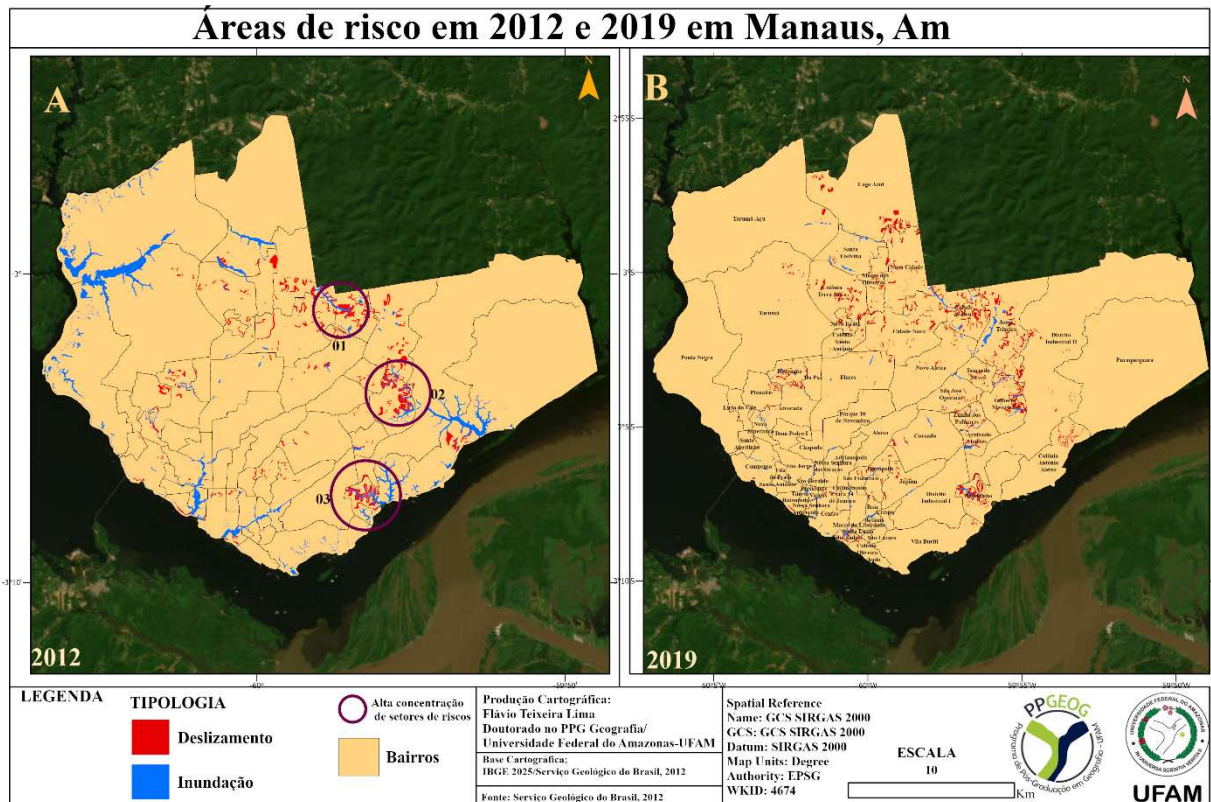
Esses espaços conhecidos como áreas de risco constituem-se em ambientes, onde as pessoas habitam “juntamente” com o medo e a insegurança quanto aos eventos que possam gerar desastres, como chuvas intensas que geram problemas de inundação, alagamento e queda de barrancos.

A cidade de Manaus possui inúmeras áreas de risco, desde décadas atrás, principalmente depois do processo de implantação da Zona Franca de Manaus (1967). A identificação e mapeamento mais detalhado dessas áreas tiveram início em 2012, depois em 2019 e 2025. E foi realizado por meio de parceria entre a Prefeitura Municipal de Manaus (Defesa Civil) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB).

A pesquisa permitiu identificar a concentração das áreas de risco, a dinâmica espacial e temporal, a questão demográfica nessas áreas, a tipologia dos riscos nos anos de 2012, 2019 e 2025, além das análises estatísticas sobre ocorrências de desastres e seus impactos para o período de 2007 até 2024, segundo os dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Após a espacialização, pode-se perceber que não houve grandes mudanças quanto à localização dessas áreas no espaço urbano de Manaus, pois os pontos de concentração permanecem basicamente os mesmos, ou seja, pouca alteração, conforme pode ser observado na Figura 11 para 2012 e 2019, bem como para o ano de 2025 conforme a Figura 12.

Figura 11 - Áreas de risco em Manaus, 2012 e 2019, AM.

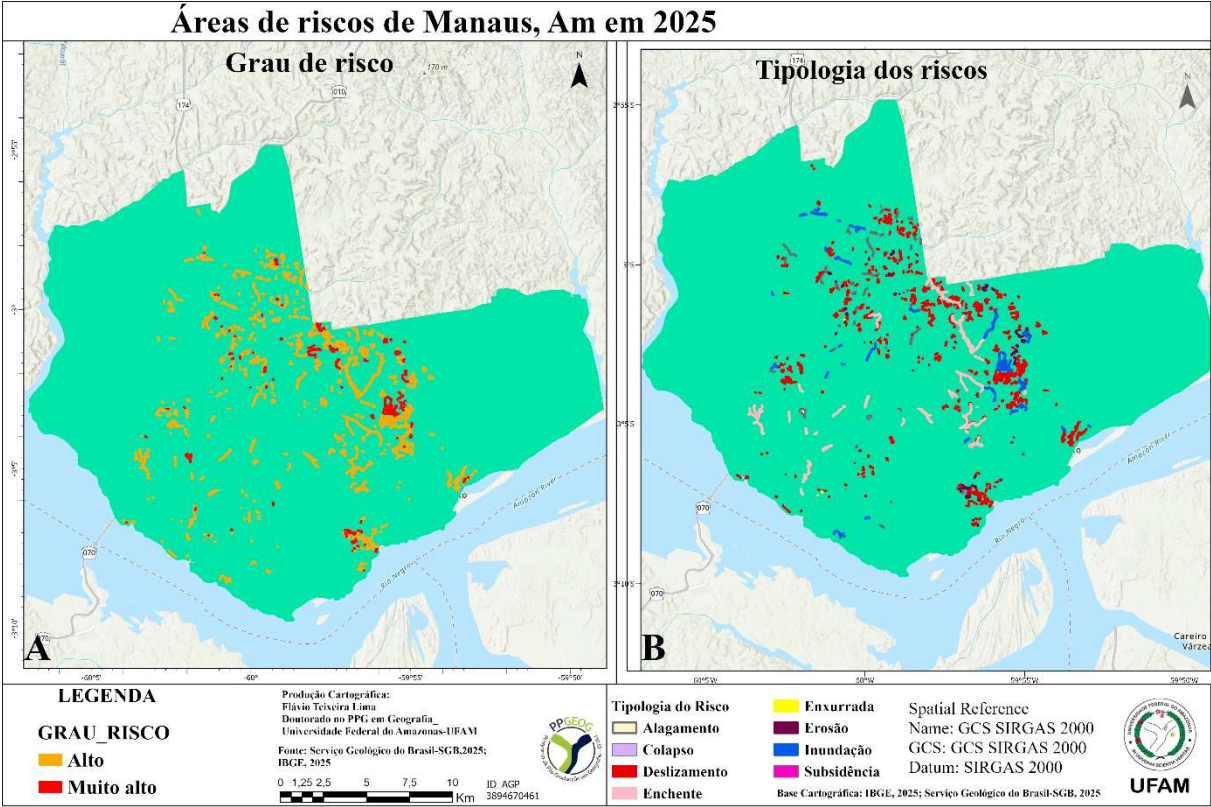


Fonte: SGB, 2012. **Elaboração:** Flávio Teixeira Lima, 2026.

Ao analisar a Figura 11(A), pode-se observar que em 2012 a concentração de áreas de inundação ocorreu principalmente na Zona Oeste, Sul e Leste. Já em 2019 na Figura 11(B), houve redução nas áreas de inundação de forma geral, porém elas se acentuaram na Zona Norte. Quanto aos deslizamentos, permaneceram concentrados nas Zonas Leste e Norte, onde houve ampliação de pontos ou áreas.

Em 2025 foi publicado mais um levantamento de áreas de risco de Manaus. Trabalho realizado pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com a Prefeitura Municipal de Manaus por meio da Defesa Civil, o qual trouxe algumas mudanças sobre tipologia e grau de risco, conforme pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Áreas de risco em Manaus 2025: grau de risco (A) e tipologia dos riscos (B).



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (SGB), 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Conforme a Figura 12, pode-se observar que houve redução das áreas de risco em relação aos levantamentos anteriores. A redução foi motivada por mudanças na metodologia de classificação dos riscos, em que aparecem apenas duas classes, as de risco alto e muito alto, conforme a Figura 12(A). Já na Figura 12(B) observa-se que aumentou o quantitativo de nomenclaturas das tipologias, sendo incorporados os termos alagamento, colapso, enchentes, enxurrada, erosão e subsidência, pois anteriormente havia apenas deslizamentos e inundação.

Para o levantamento do ano de 2025 as instituições responsáveis puderam contar com mais precisão na identificação dessas áreas, devido à utilização de mais tecnologias nos trabalhos de campo, como, por exemplo, emprego de drone e imagens com melhor resolução espacial para apoiar na identificação e avaliação dessas áreas.

Ainda pode ser observado que, em 2025, a tipologia dos riscos aumentou em comparação aos trabalhos anteriores, ou seja, outras tipologias foram incorporadas. Uma conclusão é que houve melhorias na classificação pelo emprego de novas metodologias, seguindo instruções do CEMADEN e da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), pois antes não havia uma padronização de dados e informações.

Mas na publicação de 2025 chama atenção a exclusão da terminologia referente a áreas de baixo e médio risco, sendo consideradas apenas as áreas de risco alto e muito alto. As mudanças técnicas, já mencionadas, alteraram, de certa forma, o número de setores de riscos e a extensão das áreas. Embora algumas áreas possam ter recebido intervenções, elas não foram determinantes na real redução dessas áreas de risco.

Ao longo dos tempos, apenas nos levantamentos de 2019 e 2025 foi incrementada a estimativa de população em áreas de risco. O incremento feito em 2025 foi mais preciso em virtude dos dados do censo demográfico de 2022, principalmente com as coordenadas dos endereços. Outros dados sobre as áreas de risco para os períodos de levantamentos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Características das áreas de risco por período de levantamento.

ANO	Área em Km²	Quantidade	Tipologia	Grau de Riscos	Quantidade de Pessoas
2012	22,92	726	Inundação e deslizamentos	R1 ⁴ , R2 ⁵ , R3 ⁶ e R4 ⁷	S/D
2019	11,82	1600	Inundação e deslizamentos	R1, R2, R3 e R4	189.000
2025	7,22	438	Alagamento, colapso, deslizamento, enchente, enxurrada, erosão, inundação e subsidência	R3 e R4	112.104

Fonte: Serviço Geológico do Brasil 2012, 2019 e 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Os dados da tabela revelam que houve redução na extensão das áreas de risco, bem como mudanças no número de setores considerados de risco, uma vez que, em 2012 havia 726 setores de riscos, em 2019, aumentou para 1.600, e em 2025, o número foi reduzido a 438.

⁴ Muito Baixo

⁵ Médio

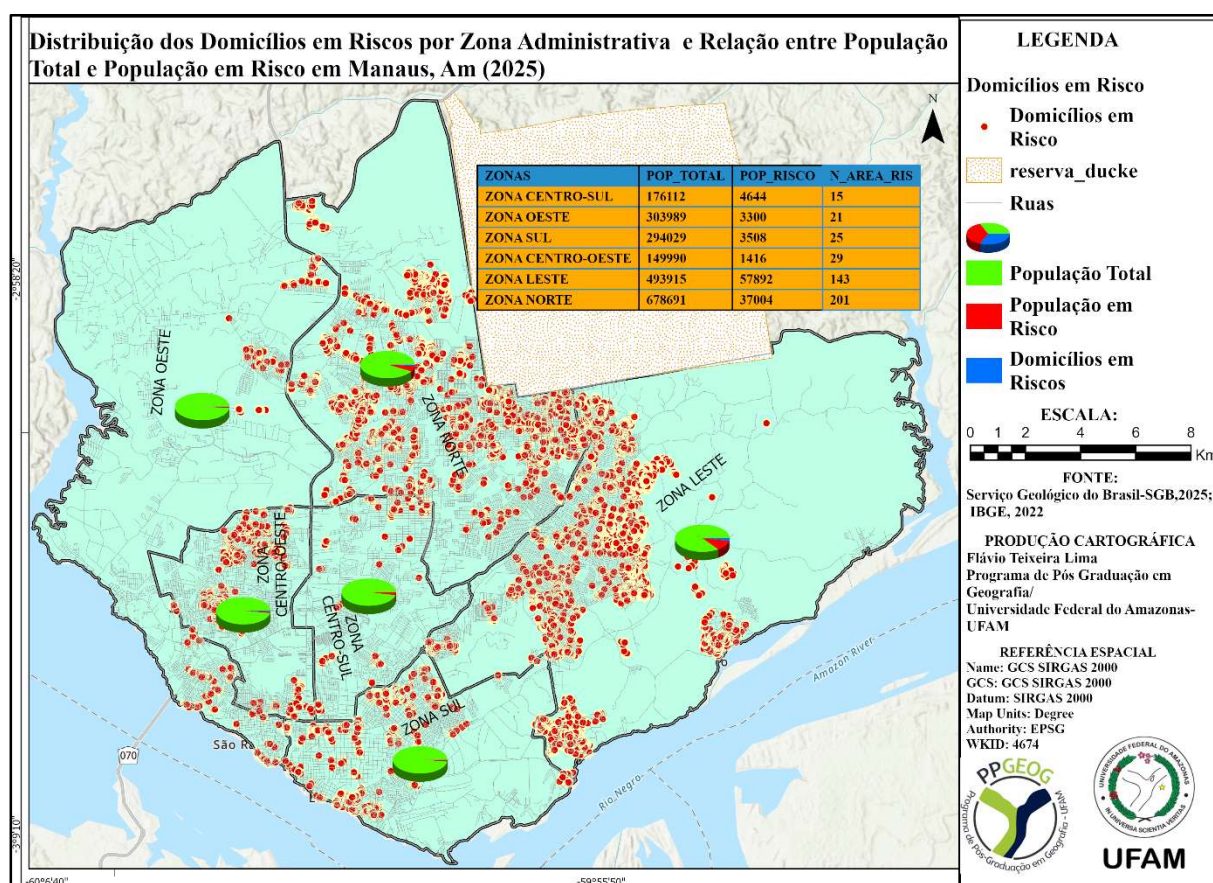
⁶ Alto

⁷ Muito Alto

As mudanças ocorridas na extensão e quantitativo de setores de risco ocorreram principalmente em função de mudanças na tipologia e no grau de risco. Houve algumas ações pontuais no sentido de contenção de erosões e ações dos programas PROSAMIM III e PROSAMIN+ capital e interior (UGPE, 2025), respectivamente nas bacias do Igarapé do São Raimundo, na bacia do 40, do Educandos e do São Raimundo.

A concentração de pessoas em áreas de risco em Manaus pode ser analisada por zonas administrativas e por meio das coordenadas dos endereços dos domicílios particulares, dentro dos polígonos identificados como de risco alto e muito alto, segundo a Figura 13.

Figura 13 - Domicílios e população em risco por zona de Manaus em 2025.



Fonte: SGB, 2025. **Elaboração:** Flávio Teixeira Lima, 2026.

Na Figura 13 pode ser identificada a distribuição espacial por zonas de Manaus dos domicílios que se encontram em áreas de risco e do número de áreas em cada zona administrativa em 2025, além da relação entre a população total e aquela que habita em tais áreas.

Ao analisar a distribuição espacial e o número de áreas de risco, pode ser identificado que as Zonas Norte e Leste são aquelas que apresentam maiores desafios quanto à gestão e implementação de políticas públicas, devido possuírem números elevados de áreas e população em risco, pois somente as duas zonas citadas contabilizam mais de 95 mil pessoas vivendo em áreas de risco, do total de 121.111, e 344 áreas de risco, do total de 483 existentes na cidade.

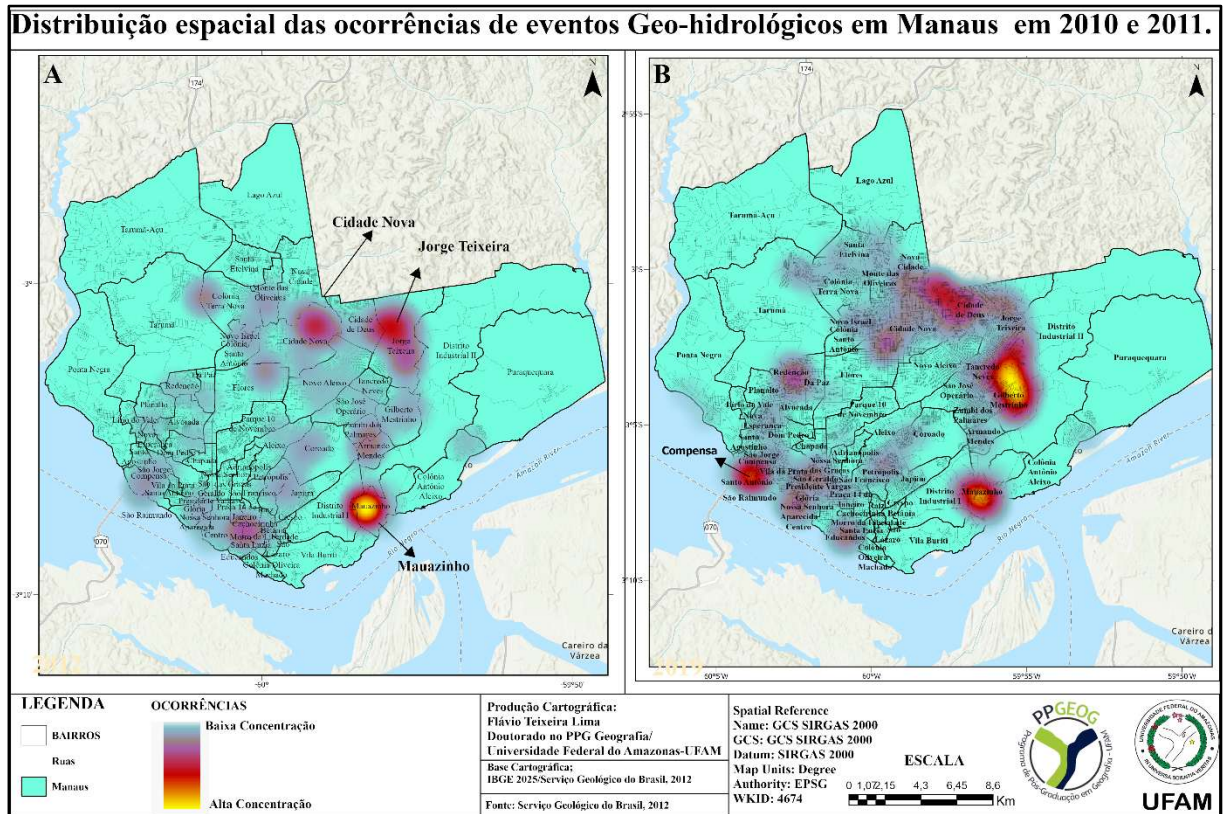
Essa concentração de áreas de risco nas Zonas Norte e Leste faz com que sejam também as duas zonas com maior número de ocorrências de desastres na cidade. Embora seja uma informação reconhecida por muitas instituições governamentais das diferentes esferas, principalmente daquelas de nível municipal, existem problemas em virtude da falta de gestão de dados sobre as ocorrências, uma vez que não existe um portal ou site institucional que disponibilize informações à sociedade, além da dificuldade de acesso a esse tipo de dado.

Ainda existe enorme dificuldade de gerir dados tão importantes que servem como base para o enfrentamento do problema. A própria Defesa Civil do município, reconhece o problema e vem buscando alternativas para poder gerir tais dados, e assim, melhorar a análise espacial dessas ocorrências. Mas, na realidade, não se observa essa articulação, a gestão democrática precisa ser mais efetiva, uma vez que existem barreiras na disponibilização de dados e informações, dessa forma, há o comprometimento de ações por parte da sociedade civil e de pesquisadores ou instituições de pesquisas em auxiliar políticas de planejamento e gestão de riscos.

Outro ponto importante é que as áreas de risco precisam ser atualizadas com menor intervalo de tempo e inserção de mais dados relativos aos setores de riscos. A atualização poderia ser realizada a cada dois anos, uma vez que o menor espaço de tempo foi de 6 anos (2019 e 2025). Já a inserção de características das pessoas que habitam tais setores como número de crianças, idosos e outras que podem contribuir com melhor descrição dos setores e, assim, permite melhor planejamento de qualquer ação a ser realizada.

Um exemplo claro de falhas na gestão é que os dados oficiais de registro de ocorrências que existem para Manaus, estão disponibilizados apenas para os anos de 2010 e 2011, segundo a Figura 14. Estes dados são referentes ao mapeamento de 2012 feito pelo Serviço Geológico do Brasil.

Figura 14 - Pontos de ocorrências de desastres em 2010 (A) e 2011(B) em Manaus, AM.



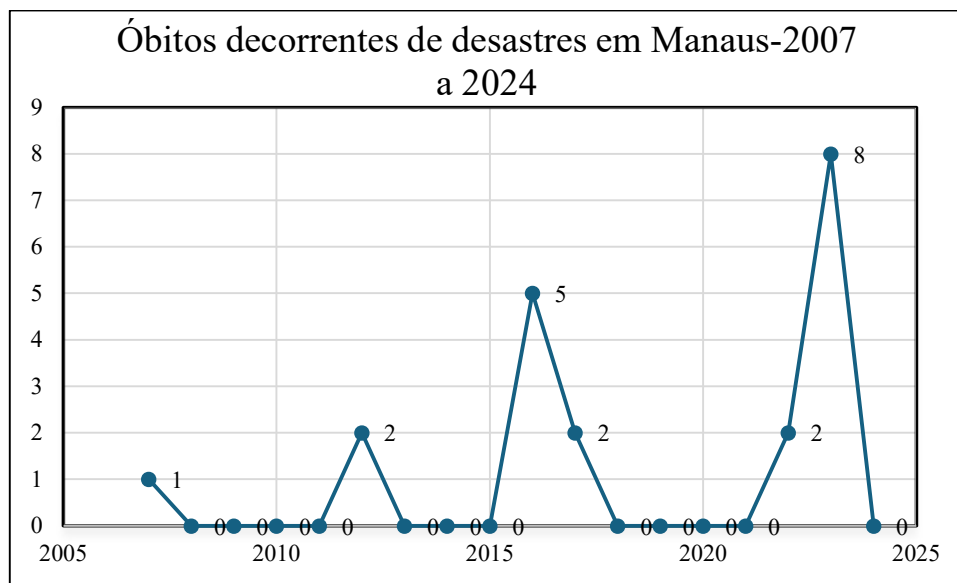
Fonte: SGB, 2012. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Pode-se observar nas Figuras 14(A) de 2010 e 14(B) de 2011, que as maiores concentrações de ocorrências estão nas Zonas Norte e Leste, além ainda de pontos na Zona Sul para ambos os anos analisados. Vale lembrar que os dados foram adquiridos por meio do Serviço Geológico do Brasil, mas os períodos de registros são apenas para alguns meses de 2010, e de 6 de junho de 2011 até 15 de fevereiro de 2012.

Dessa forma, fica evidente o quanto a gestão de dados deve avançar para que haja melhor monitoramento e desenvolvimento de ações em áreas de maior incidência das ocorrências. Assim, a análise espaço-temporal das ocorrências é de fundamental importância para se conhecer a dinâmica espacial das ocorrências e antecipar ações que possam evitar desastres, e até mesmo mitigar os impactos.

A atual situação de Manaus é desafiadora em virtude de as ocorrências de desastres, estarem aumentando cada vez mais, juntamente com seus impactos, conforme a Figura 15, na qual são apresentados os números de óbitos ocorridos para o período de 2007 até 2024.

Figura 15 - Números de óbitos em desastres em Manaus de 2007 a 2024.



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

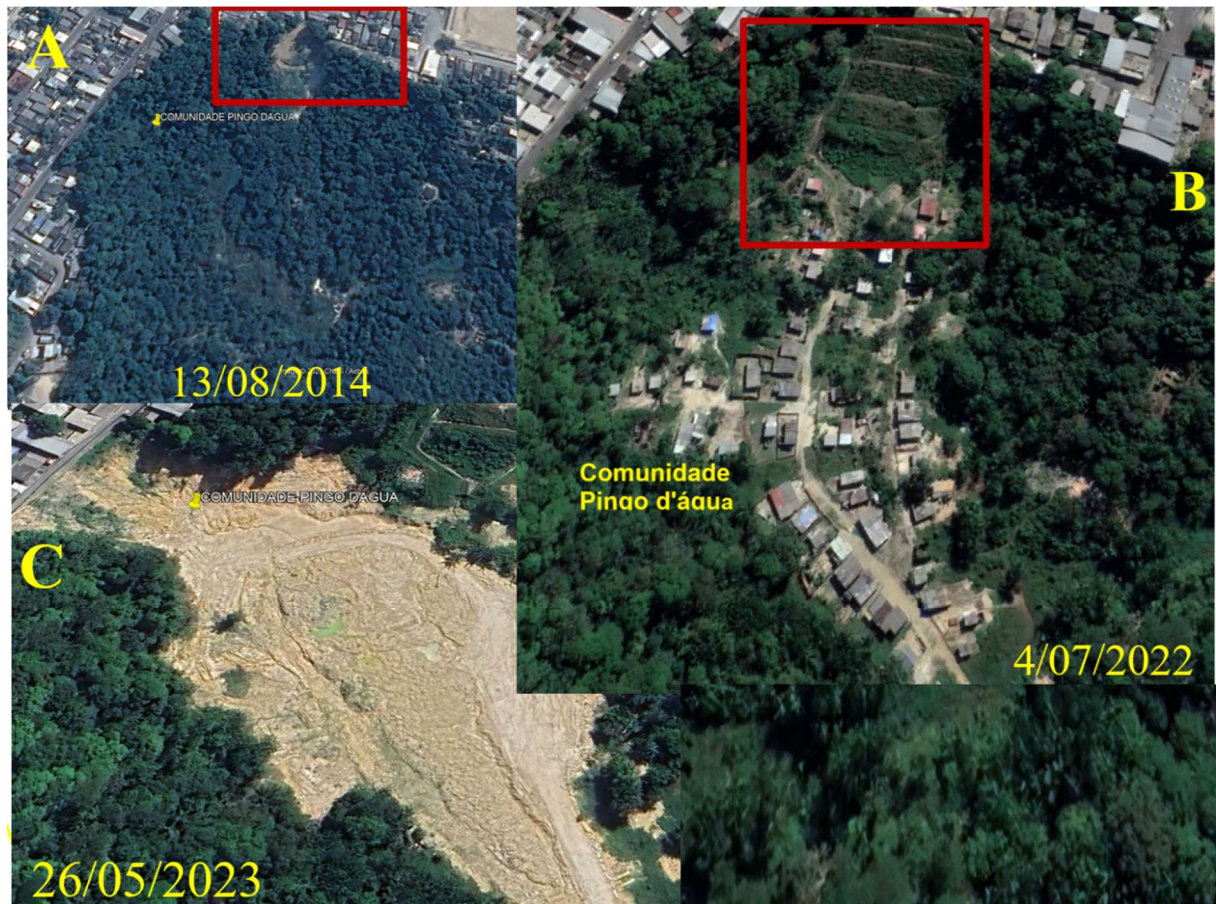
A Figura 15 traz o número de óbitos registrados em Manaus para o período de 2007 até 2024, registrados no Atlas Digital de Desastres no Brasil. Os destaques são para os anos de 2016, com 5 mortes, e 2023, com 8 mortes.

Em 2023, as 8 mortes ocorreram na comunidade Pingo d'Água, no bairro Jorge Teixeira, sendo decorrentes de movimento de massa do tipo deslizamento de terra, devido a um evento de chuva intensa no dia 12 de março de 2023. Um desastre que revelou as limitações de gestão dos riscos de desastres em Manaus, em virtude da desinformação ou falta de compartilhamento de dados e informações sobre características da área de risco entre instituições.

Tendo em vista que a área não era considerada de risco pelo poder público municipal, mas para o IBGE, já era conhecida, uma vez que foi feito o recenseamento das pessoas daquela área, segundo os registros das coordenadas dos endereços do censo demográfico de 2022 (IBGE, 2022). Demonstrando, assim, que as limitações na gestão por falta de informações comprometem a segurança e a vida das pessoas.

O registro de área de risco era apenas em áreas próximas à localização da comunidade Pingo d'Água, onde ocorreu o desastre, conforme o levantamento de áreas de risco do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2019), sugerindo, assim, que havia necessidade de maior monitoramento daquela região, a fim de detectar novas ocupações, mas não ocorreu. A evolução dessa área de risco pode ser observada nas imagens da Figura 16.

Figura 16 - Comunidade Pingo d'Água e seu processo evolutivo até o desastre em 2023.



Fonte: (A) Imagem Airbus 13/08/2014, Google Earth Pro; (B) Imagem Maxar Technologies 4/07/2022, Google Earth Pro e (C) Imagem Airbus 26/05/2023, Google Earth Pro.

A Figura 16 representa etapas na transformação da paisagem na área de ocorrência do desastre na comunidade Pingo d'Água. Na Figura 16(A) pode-se observar grande parte da área formada por vegetação e sem moradia, porém já havia indícios de processos erosivos (retângulo vermelho) em área nas proximidades. Já na Figura 16(B), de julho de 2022 observa-se inúmeras moradias na área, além de infraestrutura de controle de erosão (destaque em vermelho). Menos de um ano depois (Figura 16 C) a comunidade já não existia mais, pois, devido à ocorrência do desastre, as famílias foram retiradas da área e realocadas pela prefeitura.

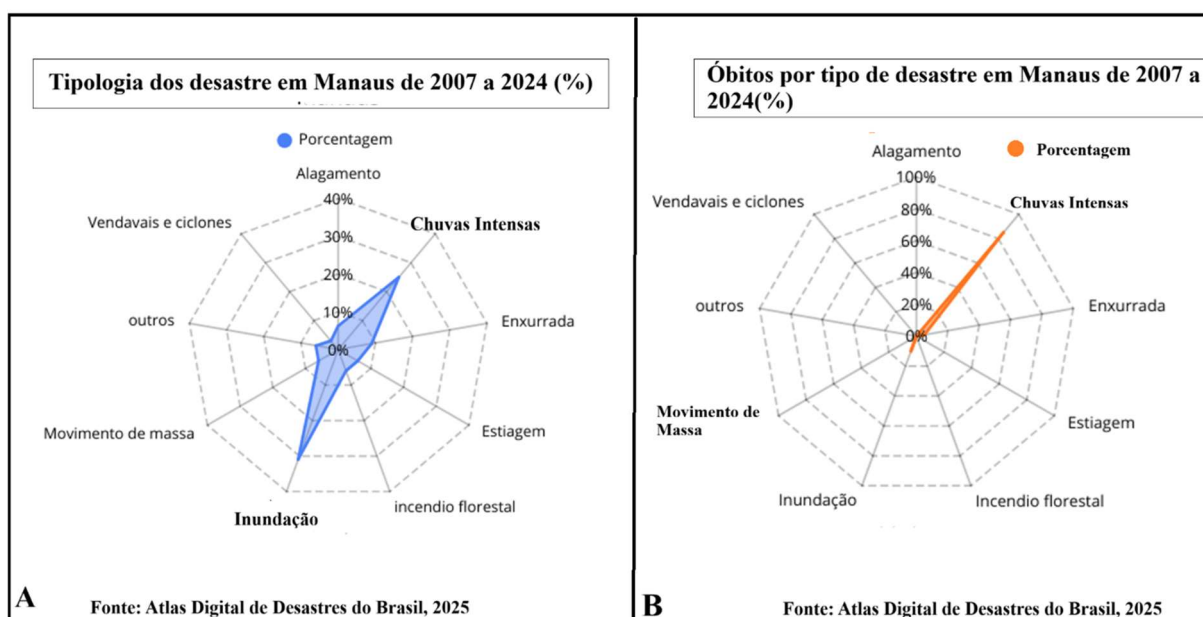
A partir da Figura 16 pode-se concluir que o monitoramento das áreas de risco e suas adjacências precisa ser melhorado para que se possa preservar vidas e qualidade de vida. A gestão precisa diversificar as formas de monitoramento, bem como o intervalo de tempo de revisão de uma área de risco.

Atualmente, plataformas como Google Earth Pro podem ser utilizadas para analisar áreas, devido à disponibilidade de imagens com alta resolução espacial e de forma gratuita. Assim, como o indicado nas pesquisas de Vieira e Frota (2023) ao utilizar a plataforma para analisar evolução de processos erosivos em Manaus.

As melhorias no monitoramento são necessárias para que não haja outros eventos como o da comunidade Pingo d'Água em 2023. Porém outras ocorrências se concretizaram após 2023, contudo com menor número de mortos, como foi no bairro Redenção, com duas mortes em 19 de janeiro de 2025, e na comunidade Fazendinha na Zona Norte de Manaus com 1 (uma) morte, em março de 2025.

Os eventos causadores de desastres em Manaus, bem como aqueles geradores de óbitos são apresentados na Figura 17 e são originados a partir de eventos hidrológicos. Tais eventos geram processos que, dependendo da intensidade, podem comprometer a segurança das pessoas.

Figura 17 - Eventos causadores de desastres em Manaus de 2007 a 2024.



Fonte: Atlas brasileiro para desastres, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

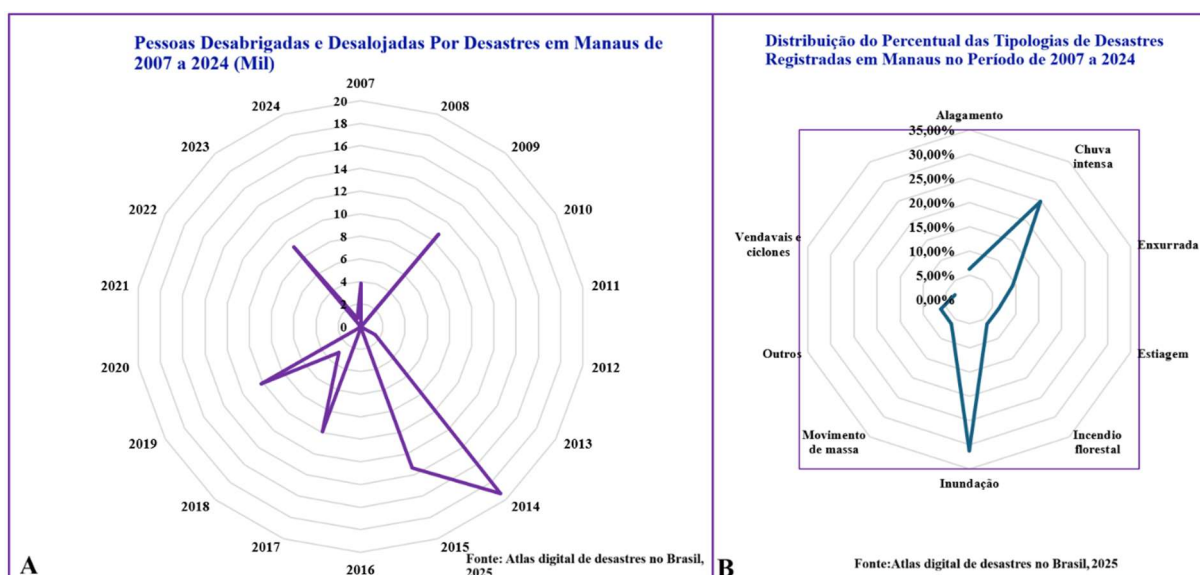
Pode-se verificar na Figura 17(A) que as chuvas intensas e inundações são os eventos hidrológicos que mais desencadeiam ocorrências de desastres, sendo também as chuvas intensas os eventos com as maiores taxas de óbitos, conforme a Figura 17(B).

Os impactos das chuvas intensas são, em geral, aqueles que mais levam riscos à vida das pessoas, pois são rápidos e podem gerar outros eventos adversos, levando a sobrecarga dos

órgãos de defesa e dificultando, assim, maiores ações de socorro, principalmente numa cidade como Manaus, que possui uma série de elementos ou condicionantes que agravam a situação dos eventos, como o precário sistema de drenagem, as dificuldades de monitoramento de áreas de risco, alta vulnerabilidade na periferia da cidade, extensa rede de drenagem, poucas ações de infraestrutura nas áreas periféricas e de risco, dentre outros.

Outros eventos também geram inúmeros problemas para a sociedade, como as enxurradas, inundações e estiagem. São eventos que em geral, comprometem o desenvolvimento socioeconômico da população afetando e desalojando muitas pessoas, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Impactos dos desastres em Manaus: afetados e desabrigados ou desalojados de 2007 a 2024.



Fonte: Atlas brasileiro para desastres, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Na Figura 18(A) observa-se a distribuição temporal da quantidade de pessoas afetadas e desabrigadas ou desalojadas em Manaus, ao longo da série temporal (2007 a 2024), bem como a tipologia dos desastres 18(B). É possível identificar dois períodos que se destacaram no número de afetados, o primeiro, correspondente a 2014 e 2015, seguido pelo período de 2022 até 2023. Esse último com grande influência do fenômeno El Niño, na região que gerou seca intensa. Já os principais componentes geradores de danos e prejuízos estão relacionados aos eventos hidrológicos. As enxurradas são os eventos que mais causam danos materiais (78,3%), as inundações respondem por 83,79 % dos prejuízos públicos e 100% dos prejuízos privados.

Ao longo dos tempos, os danos materiais e os prejuízos são grandes e geraram perdas econômicas significativas. Os danos materiais geraram em torno de R\$ 1,15 bilhões, já os prejuízos públicos ficaram na ordem dos R\$ 376,46 milhões e os prejuízos privados somaram R\$ 118,06 milhões.

Os impactos dos desastres em Manaus não geram somente danos materiais, prejuízos ou mortes, deixam ainda marcas psicológicas, tanto para aqueles que já foram afetados quanto para os que não foram, mas que estejam em situação de risco e convivem com o medo das ocorrências gerarem impactos de grandes proporções e, assim, comprometer a segurança familiar.

A caracterização dessas áreas de risco ao longo dos tempos, permitiu compreender que os dados oficiais são escassos. A administração pública precisa priorizar a gestão de dados, pois a análise deles tem poder de influenciar na implementação de ações preventivas e de políticas públicas voltadas para os benefícios socioambientais dessas áreas. Também foi possível analisar que os impactos são recorrentes em duas áreas periféricas da cidade, a Zona Norte e Leste.

Essa análise espaço-temporal dessas áreas também possibilitou identificar que as políticas públicas voltadas para a gestão dessas áreas, precisam de grandes ajustes, a fim de melhorar as respostas sobre erradicação dessas áreas, monitoramento e mitigação de impactos, pois poucas mudanças ocorreram em função de políticas públicas de melhorias para tais áreas.

Ao longo dos tempos, a administração pública não deu a devida atenção, resultando, assim, no quadro evolutivo de ocorrências, mortes e perdas econômicas. Persistindo e se acentuando como problema ao longo do tempo, afetando milhares de pessoas que habitam nessas áreas, e tornando-se, como grande desafio para a administração pública da cidade de Manaus. Esse processo de negligência ou limitação na gestão pública também foi descrito por Carmo Filho, Oliveira e Albuquerque (2021) ao considerar que a expansão urbana de Manaus ocorreu sem planejamento adequado e políticas públicas que integrassem meio ambiente e sociedade, favorecendo, assim, ocupações de áreas de preservação e, conseqüentemente, a geração de impactos socioambientais.

Nesse contexto, o combate e a gestão das áreas de risco exigem uma governança integrada do espaço urbano, capaz de articular diferentes instituições e políticas públicas em torno de melhorias na qualidade de vida das pessoas que habitam essas áreas. Essa integração entre

as diversas esferas governamentais, aliada ao planejamento urbano estratégico e ao uso de informações geoespaciais, constitui em um instrumento de apoio a ações que possam reduzir a vulnerabilidade, prevenir e mitigar desastres.

5.2 Vulnerabilidade socioambiental nas áreas de risco por meio de índices

No presente trabalho foi possível espacializar e analisar cinco índices de vulnerabilidade na cidade de Manaus por bairros, agrupados em quatro categorias formadas a partir dos indicadores de vulnerabilidade, além do índice geral ou somatório das médias, denominado de índice médio. Os índices foram referentes à Infraestrutura Urbana, Capital Humano, Renda e Trabalho, Ambiente de Risco e o índice geral de vulnerabilidade socioambiental. Eles foram organizados e descritos por meio dos itens A, B, C, D e E:

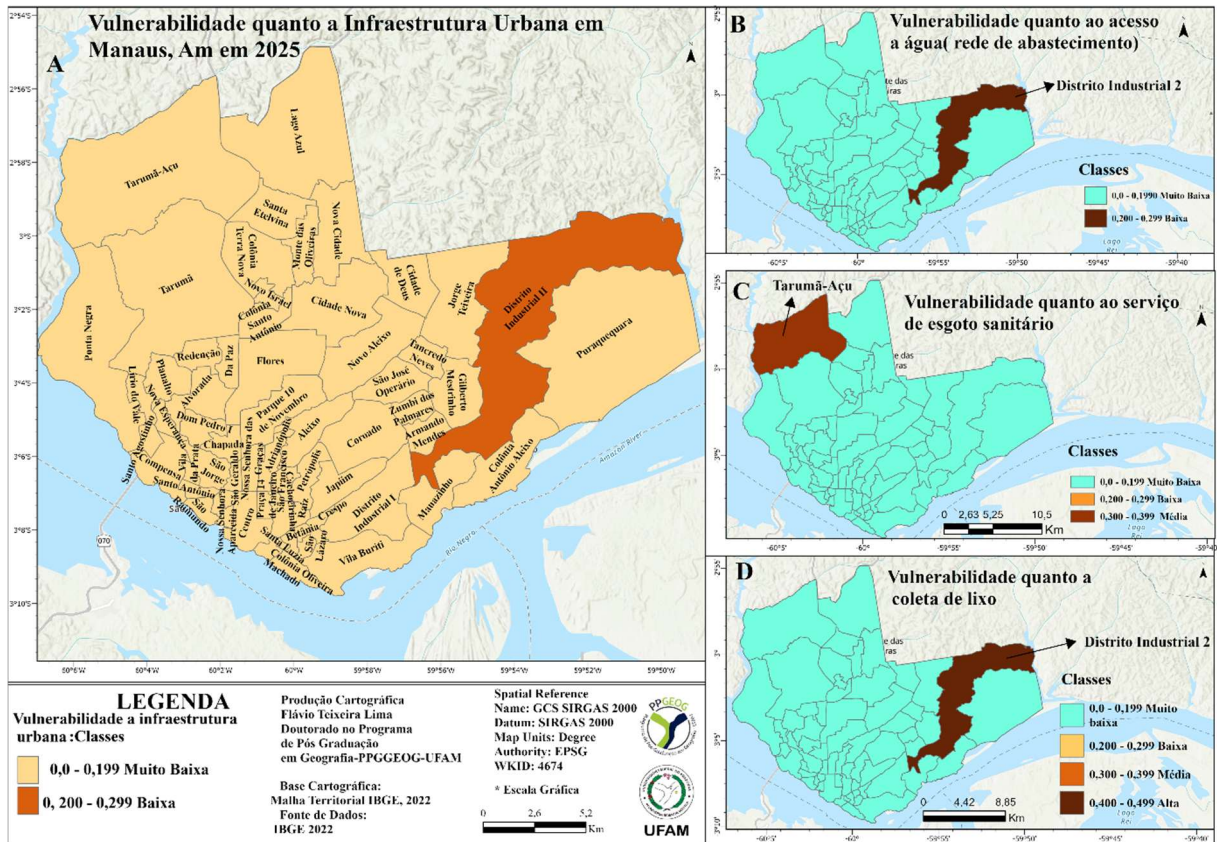
A) Índice de Infraestrutura Urbana

Este índice foi composto por meio da média dos seguintes indicadores: percentual de pessoas em domicílios sem abastecimento de água, percentual de pessoas em domicílios com esgotamento sanitário inadequado e percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo. Esse índice é importante na análise por apresentar os locais onde os serviços básicos são limitados à população.

O índice de infraestrutura urbana permitiu identificar espacialmente a vulnerabilidade dos bairros de Manaus quanto aos indicadores de água encanada, coleta de lixo e esgotamento sanitário. São serviços que influenciam diretamente na capacidade de resiliência da população, além de aumentar os riscos devido ao descarte irregular de lixo, que pode comprometer o fluxo de água, seja da chuva ou de igarapé, contribuindo para alagamentos e outros eventos.

A pesquisa mostrou que na cidade de Manaus, em geral, o índice de vulnerabilidade à infraestrutura urbana ficou na faixa de muito baixa até baixa, conforme pode ser observado na Figura 19, mapa de vulnerabilidade à infraestrutura urbana.

Figura 19 - Índice de vulnerabilidade: infraestrutura (A), abastecimento de água (B), esgotamento sanitário (C) e coleta de lixo (D).



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A partir da Figura 19(A) pode ser identificado que o bairro Distrito Industrial II possui maior índice de vulnerabilidade à infraestrutura urbana, com valores que estão dentro da faixa de 0,200 a 0,299, onde são considerados de baixa vulnerabilidade. Nos outros bairros os valores são de 0,0 a 0,199. Mas isso não significa que a condição é satisfatória, uma vez que o índice contempla apenas três indicadores que são os básicos.

Em cada bairro da cidade existem peculiaridades socioambientais que, associadas a outros condicionantes, como um sistema de drenagem urbana precário, podem contribuir para o surgimento de problemas que comprometem inúmeras famílias. Estudos de Silva, Rocha e Albuquerque (2018) e Carmo Filho, Oliveira e Albuquerque (2021) demonstram que a precarização do saneamento básico está presente em diferentes partes da cidade, o que contribui para ampliar a exposição da população aos riscos ambientais e intensifica as desigualdades socioespaciais.

Ainda conforme a Figura 19, as imagens B, C e D representam os destaques de cada indicador do grupo de infraestrutura urbana. A vulnerabilidade para o indicador abastecimento

de água foi maior no bairro Distrito Industrial II, ficando na faixa de 0,200 a 0,299 (Baixa), já a vulnerabilidade ao esgotamento sanitário é mais elevada no bairro Tarumã-Açu, que está na faixa de 0,300 a 0,399 (Média), enquanto o índice de vulnerabilidade para o indicador coleta de lixo tem valores maiores no bairro Distrito Industrial II, pois está na faixa de 0,400 a 0,499, sendo considerado alto.

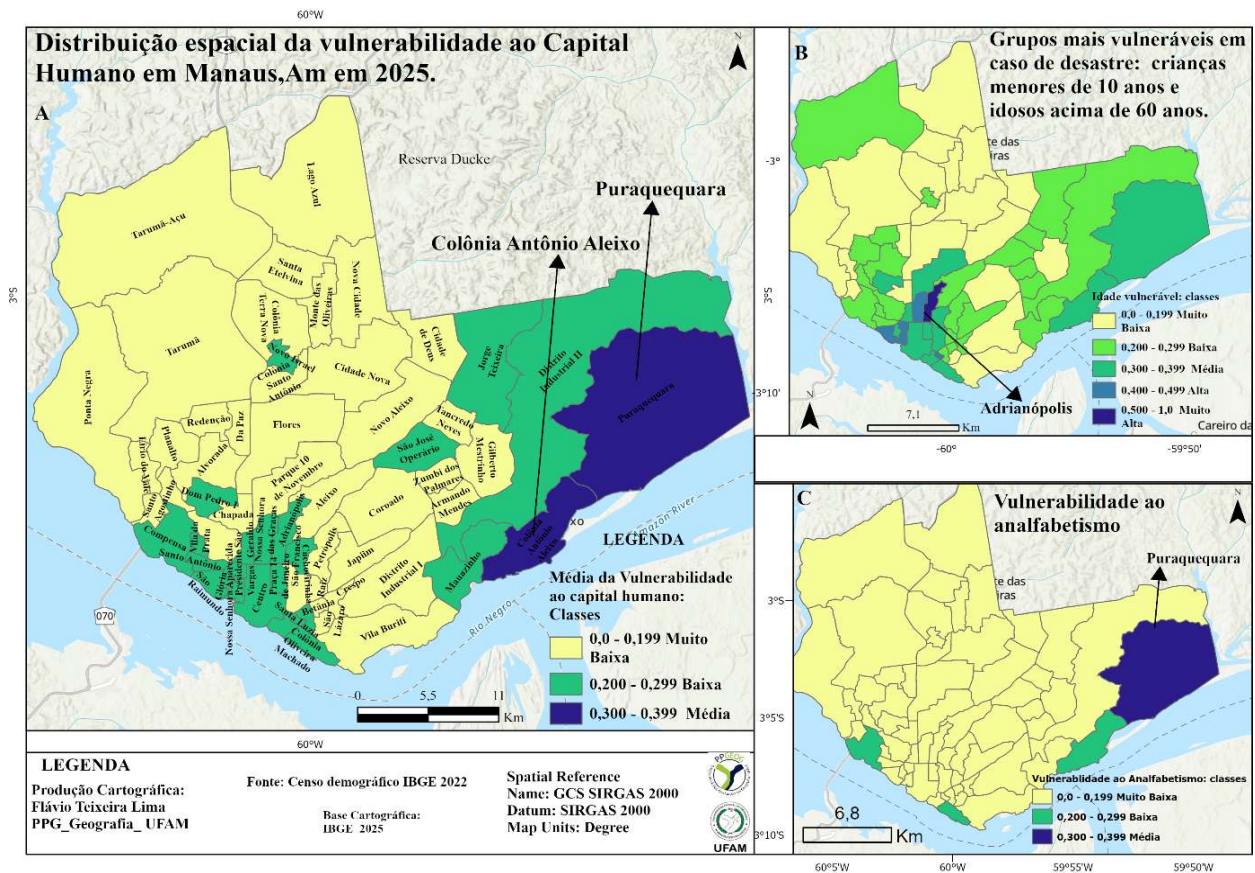
Em geral, a ausência de água encanada, de coleta de lixo e de esgotamento sanitário pode gerar graves problemas na saúde pública e para o meio ambiente, pois o descarte inadequado de resíduos pode contaminar o meio ambiente, além de atrair agentes causadores de doenças. A espacialização desse índice é, também, uma “amostra” da desigualdade social presente na cidade e, dessa forma, exige políticas públicas de saneamento e educação ambiental para reverter esse quadro.

A vulnerabilidade à infraestrutura urbana, associada a outros condicionantes como drenagem urbana precária e ocupações de áreas ambientalmente frágeis, compromete a qualidade ambiental e de vida das pessoas, além de favorecer a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Nesse contexto, tornam-se de grande importância, melhorias no planejamento urbano integrado, ampliação dos investimentos em saneamento e infraestrutura, além da recuperação de áreas degradadas e priorizar políticas públicas voltadas à redução das desigualdades para melhorar a qualidade de vida da população. Sem aliança entre tais componentes, dificilmente os problemas são solucionados.

B) Capital Humano

O índice de capital humano é composto pela taxa dos indicadores de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade, juntamente com o percentual de crianças menores de 10 anos e de idosos com mais de 60 anos de idade em domicílio. É um importante indicador que pode influenciar na capacidade de comunicação, reação e mobilidade de grupos sociais em caso de eventos de desastre. Em Manaus, a espacialização desse índice pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 - Mapa de vulnerabilidade ao Capital Humano e áreas de risco 2025(A), vulnerabilidade ao grupo de crianças menores de 11 anos e idosos maiores de 60 anos (B) e mapa de vulnerabilidade ao analfabetismo(C).



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Na Figura 20(A) pode-se observar que as classes de maior vulnerabilidade quanto ao capital humano estão localizadas nas Zonas Leste e Sul da cidade. A combinação dessa vulnerabilidade com os polígonos das áreas de risco sugere, portanto, pontos de fragilidade dentro dessas zonas, principalmente na Zona Leste na parte Sul do bairro Jorge Teixeira, nos bairros Mauazinho, na Colônia Antônio Aleixo.

Ainda conforme a Figura 20(A), o bairro Puraquequara, apesar de possuir índice médio, não apresenta áreas de risco mapeadas, sendo, portanto, de pouco impacto. Porém, merece atenção por parte do poder público para que as ações sejam melhoradas e o índice possa diminuir, e no futuro não seja um índice que possa influenciar no impacto de eventos de desastres.

O indicador de vulnerabilidade para crianças e idosos na Figura 20(B) apresenta valores dentro da classe de muito alto, porém em bairros onde também não há presença de áreas de

risco, como no bairro Adrianópolis. Por outro lado, bairros como São Raimundo e Nossa Senhora Aparecida possuem valores altos e são pontos que possuem áreas de risco, o que pode influenciar na ampliação dos impactos dos eventos de desastres.

Já a Figura 20(C), que representa o índice para analfabetismo, indica como ponto de atenção o bairro Puraquequara, cuja classe referente a ele é de valor médio. É um importante indicador e merece atenção por parte da secretaria de educação municipal e estadual. Tais secretarias são os órgãos responsáveis por executar ações que possam erradicar ou diminuir este índice, pois, caso contrário, poderá influenciar futuramente nas questões de emprego e renda desses bairros.

Os indicadores que compõem esse índice ajudam a compreender que o acesso e a codificação de informações podem ser prejudicados devido às dificuldades na compreensão de procedimentos ou, ainda, funcionar como barreiras na aceitação de alguns comandos sobre medidas preventivas e de preservação ao meio ambiente, bem como influenciar na mobilidade de pessoas em faixas etárias especiais.

O índice de capital humano revela características que podem influenciar diretamente a capacidade da população de compreender informações, responder a alertas e adotar medidas de proteção diante de situações de desastre. Nesse contexto, crianças e idosos representam os grupos com maior vulnerabilidade, pois apresentam limitações relacionadas à mobilidade, à dependência de terceiros e à compreensão dos riscos.

Além disso, baixos níveis de escolaridade podem dificultar o acesso e a interpretação de informações essenciais para a prevenção e a resposta a esses eventos. Dessa forma, quanto maior a concentração dessas faixas etárias em determinado local, maior será a necessidade de políticas públicas e estratégias de gestão de risco, voltadas à proteção desses grupos. Assim, o índice de capital humano torna-se um importante instrumento, para identificar vulnerabilidades e orientar ações que promovam maior resiliência da população frente aos desastres, políticas públicas educacionais e de respeito ao meio ambiente, como campanhas e orientações sobre riscos de desastres, dentre outras.

C) Renda e trabalho

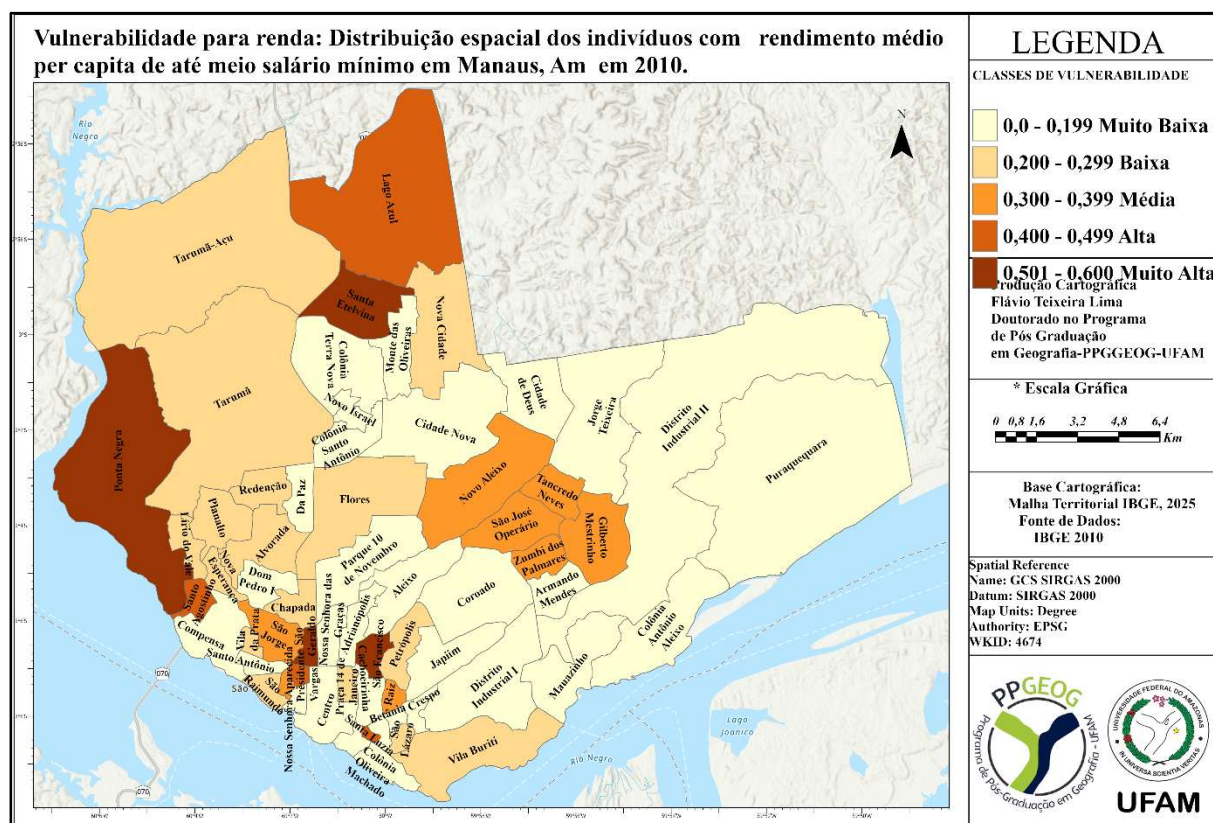
Esse índice é composto pelo percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo e taxa de desocupação da população de 14 anos ou mais de idade. Neste índice, foi possível espacializar a taxa de desocupação do IBGE (8,4%) com referência ao ano de 2025 e a renda *per capita* inferior a meio salário-mínimo com dados do censo

Nova e Novo Aleixo na Zona Norte, e no bairro Jorge Teixeira na Zona Leste. São regiões que apresentam grande contingente populacional e, em geral, por se tratar de zonas periféricas da cidade, podem apresentar até valores maiores devido a outros condicionantes que podem ampliar a taxa de desemprego, uma vez que o próprio IBGE considera que em um espaço de uma cidade grande, há sempre variação nessa taxa.

Quanto ao nível de renda da população, existem várias estratificações dentro do censo demográfico do IBGE, porém a utilizada na pesquisa é referente apenas àquelas pessoas com renda de até meio salário-mínimo, indicando um dos grupos mais vulneráveis. Não foram incluídos os indivíduos sem renda, uma vez que a maioria pode ser dependente de algum programa social, e estes são desconsiderados nos cálculos, segundo normas do IBGE.

A distribuição espacial da renda das pessoas que recebem até meio salário-mínimo, na forma de índice, revela o quanto um determinado bairro possui indivíduos nessa faixa salarial. Quanto maior o valor do índice, maior é a concentração de indivíduos nessa faixa de rendimento, sendo, portanto, uma faixa de grande vulnerabilidade. Em Manaus essa vulnerabilidade para a renda pode ser analisada na Figura 22.

Figura 22 - Vulnerabilidade para grupo de renda de até meio salário-mínimo em Manaus-IBGE (2010).



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Por meio da Figura 22 observa-se a distribuição espacial da vulnerabilidade quanto à renda das pessoas que possuem até meio salário-mínimo nos bairros de Manaus para o ano de 2010, uma vez que esses dados ainda não foram disponibilizados pelo IBGE para o censo de 2022.

Essa distribuição revela que os maiores valores estão nos bairros Santa Etelvina (0,525), na Zona Norte; São Geraldo (0,5375), na Zona Centro-Oeste; Ponta Negra (0,575), na Zona Oeste e São Francisco (0,6) na Zona Sul. Todos esses bairros estão na faixa de alta vulnerabilidade quanto à renda.

Embora apareça o bairro Ponta Negra nessa faixa de vulnerabilidade, vale considerar que os dados são de 2010 e o índice revela que o bairro possuía muitas pessoas na faixa de até meio salário-mínimo, ou seja, indicando que no bairro existe rendimento, e, à medida que a faixa salarial aumenta, esse bairro também apresenta valores elevados, mas rendimentos superiores a um salário-mínimo já não se enquadram na classe econômica considerada vulnerável neste índice.

Esse índice sozinho apenas reflete uma concentração de indivíduos na faixa salarial de meio salário-mínimo, podendo ser utilizado e interpretado por diversos contextos socioeconômicos. Pode ser comparado com outras variáveis, a fim de melhorar a compreensão dele, e de acordo com o contexto a ser analisado. A combinação com outros índices é a mais adequada para fins estatísticos.

A estatística dos índices de trabalho e renda pode revelar a capacidade de resiliência dos indivíduos de determinado local em caso de desastre. Assim, o impacto será maior para aqueles sem ocupação formal e de baixa renda, ficando dependente de ações do poder público para que possa ter mais qualidade de vida.

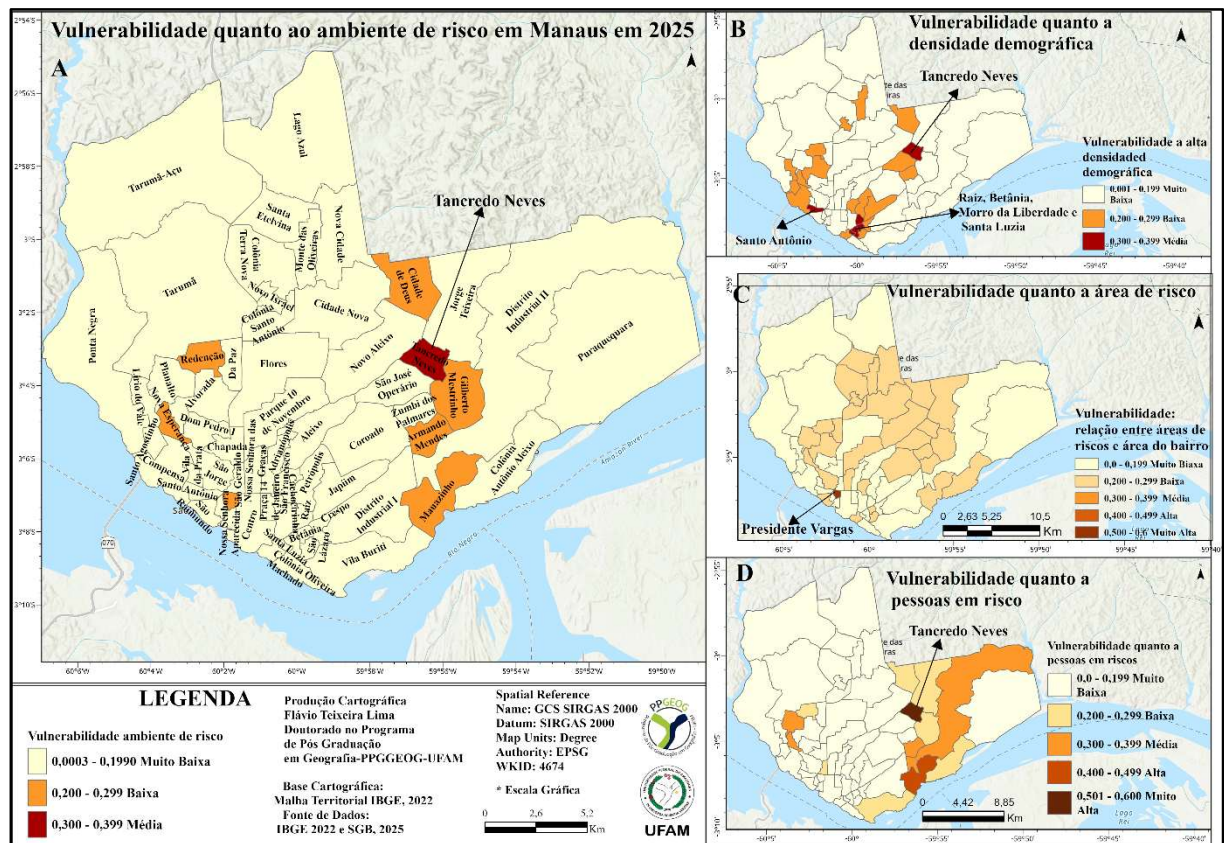
Dessa forma, o poder público deve levar em consideração essas variáveis para melhorar a análise socioeconômica e identificar os padrões de emprego e renda que estão distribuídos em determinado local. Assim, poderá haver melhor poder de decisão na implementação de políticas que possam auxiliar na formação e preparação ao mercado de trabalho, bem como na geração de emprego e renda para determinada área da cidade.

D) Ambiente de Risco

É uma referência para as características do ambiente de moradia de riscos, como a densidade demográfica, percentual de pessoas em áreas de risco e o percentual de áreas de risco,

pois são condicionantes, que evidenciam a exposição da população aos riscos. Em Manaus, esse índice e seus indicadores são identificados no mapa de vulnerabilidade aos riscos na Figura 23.

Figura 23 - Mapa de vulnerabilidade: quanto ao ambiente(A), quanto à densidade demográfica(B), quanto à quantidade de áreas de risco (C) e quanto ao número de indivíduos em risco.



Fonte: SGB, 2025; Censo Demográfico do IBGE, 2022. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Por meio da Figura 23(A), que representa o mapa da vulnerabilidade relacionada ao ambiente de risco, pode ser identificado que existe um “corredor” Norte-Sul e pontos específicos no sentido Oeste da cidade, demonstrando, assim, locais de maior exposição da população aos riscos.

No corredor Norte-Sul, destaque para os bairros Cidade de Deus, Tancredo Neves, Gilberto Mestrinho, Armando Mendes e Mauazinho com valores médios do índice. Já no sentido Sul e Oeste da cidade, os valores médios são para os bairros Redenção, Nova Esperança e Presidente Vargas.

Esse índice possui grande influência da densidade demográfica Figura 23(B) e da taxa de pessoas vivendo em áreas de risco Figura 23(D). Com a maior densidade demográfica estão os bairros Tancredo Neves, Santo Antônio, Raiz, Betânia e Morro da Liberdade e Santa Luzia.

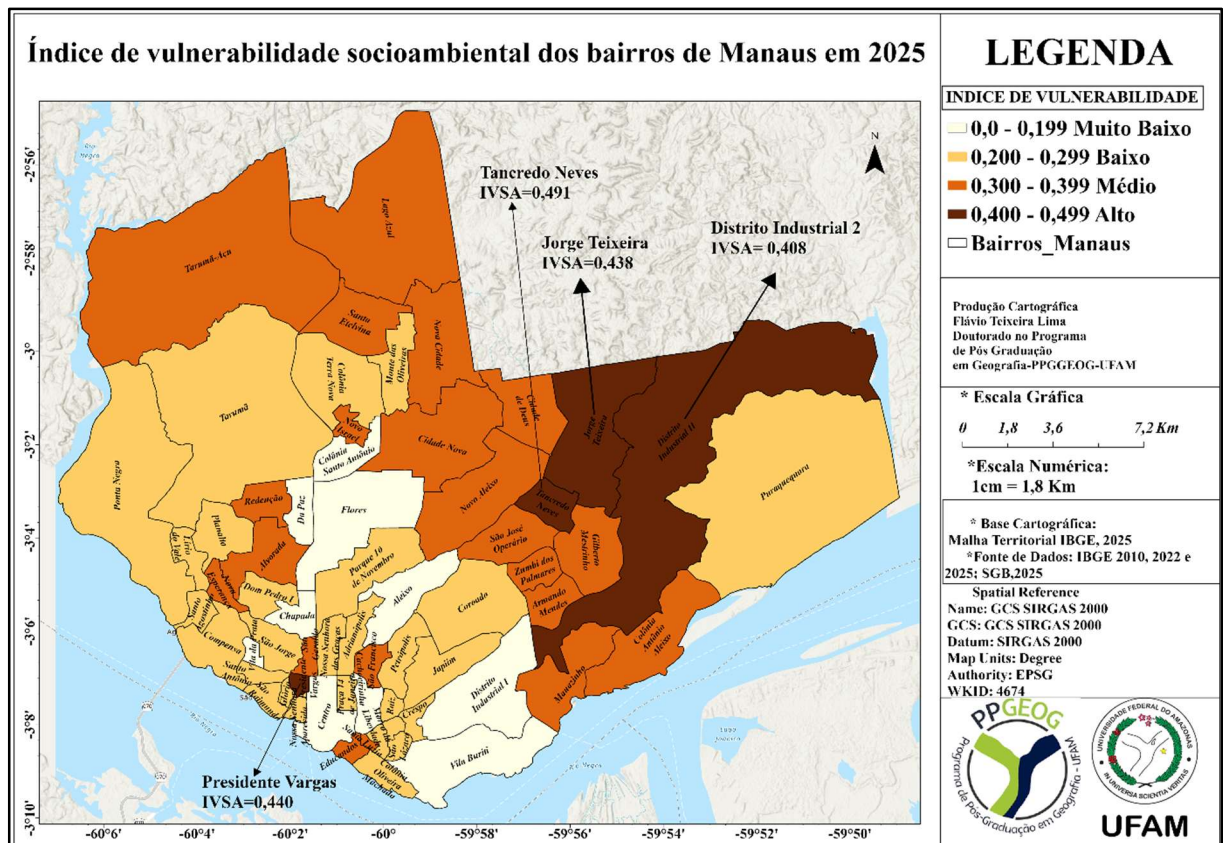
Já para a vulnerabilidade quanto à taxa de pessoas vivendo em áreas de risco, os maiores valores são para os bairros do Mauzinho e Tancredo Neves, respectivamente, nas classes de alta e muito alta vulnerabilidade.

A identificação dessas áreas é importante, porque permite compreender a exposição aos riscos, podendo, dessa forma, orientar o poder público nas decisões que possam implementar melhorias de infraestrutura e assistência às pessoas localizadas em zonas onde o índice é maior, a fim de que sejam inseridas em projetos de habitação social ou outras políticas públicas.

E) Índice de vulnerabilidade socioambiental

Esse índice é resultante da média entre os índices de infraestrutura, capital humano, trabalho e renda, e ambiente de risco. Esse conjunto constitui-se no índice geral e funciona como uma “radiografia” dos aspectos socioambientais da cidade, uma vez que identificam, espacialmente, os bairros com as maiores vulnerabilidades socioambientais. A espacialização desse índice pode ser analisada na Figura 24, mapa de vulnerabilidade socioambiental da cidade de Manaus para o ano de 2025.

Figura 24 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental dos bairros de Manaus em 2025.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010 e 2022. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A Figura 24 representa espacialmente a vulnerabilidade socioambiental dos bairros de Manaus. Observa-se que os maiores valores se concentram, principalmente, na Zona Leste da cidade, tendo o bairro Tancredo Neves com o maior valor, cujo índice ficou em 0,491, em seguida o bairro Jorge Teixeira com valor de 0,438 e Distrito Industrial II com valor de 0,408. Outro destaque com valor alto de vulnerabilidade socioambiental é o bairro Presidente Vargas, na Zona Sul com valor de 0,440.

Ainda conforme o mapa de vulnerabilidade (Figura 24), grande parte dos outros bairros da zona Norte e Leste estão situados na classe de média vulnerabilidade. Observa-se um padrão espacial de vulnerabilidade que aumenta do Sul da cidade em direção ao Leste e ao Norte.

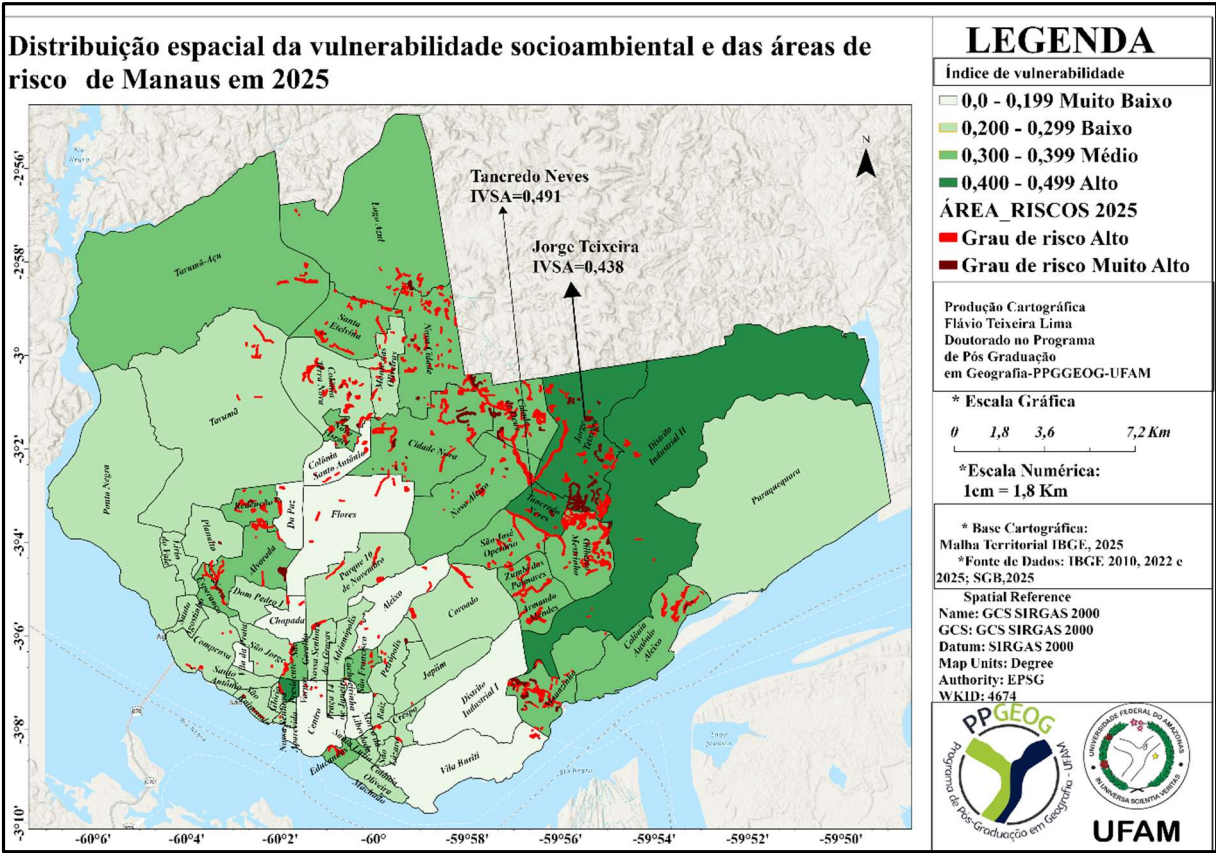
Essa vulnerabilidade identificada em Manaus por meio da espacialização do índice, retrata bem a disponibilidade de serviços, infraestrutura e, em geral, o quadro da urbanização em áreas da periferia da cidade. Mas ele vai além, classifica áreas da cidade em que a exclusão e a desigualdade são mais acentuadas, logo a exposição ao risco é maior, bem como as dificuldades dessas áreas no processo de resiliência.

As zonas da cidade que possuem as classes com os maiores valores do índice são reflexo do processo de urbanização acelerada e sem o devido planejamento, processo em que muitas dessas áreas foram ocupadas de forma irregular e em locais impróprios. Dessa forma, também influencia na demora de ações do poder público, devido a questões jurídicas. Mas em geral, a vulnerabilidade observada nesses bairros periféricos diz muito sobre o quadro de atenção dado pelos governantes ao longo dos tempos.

Isso pode ser observado porque sempre que é veiculada alguma informação na mídia sobre pessoas em áreas vulneráveis, os depoimentos são recorrentes e coincidentes sobre a temática de que “há anos o problema existe” e nada ou pouca coisa foi feita pelas instituições responsáveis. Mas é típico do ambiente urbano no mundo capitalista, no qual partes da cidade têm atenção especial e outras não, ou seja, marcas da segregação socioespacial, configurando, assim, em exclusão e desigualdade social adquirida ao longo dos tempos.

Em Manaus a combinação do índice de vulnerabilidade socioambiental com as áreas de risco são os maiores exemplos de exclusão, desigualdade e pouca atenção do poder público perante partes do espaço urbano, porque as áreas de risco predominam onde a vulnerabilidade é maior, na periferia da cidade, conforme pode ser observado na Figura 25.

Figura 25 - Vulnerabilidade socioambiental e áreas de risco de Manaus em 2025.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE 2010 e 2022; SGB, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Por meio da Figura 25 pode ser observado que grande parte das áreas de risco estão localizadas em áreas onde o índice de vulnerabilidade socioambiental é médio ou alto, principalmente na Zona Leste, destacando-se o bairro Tancredo Neves, parte do Jorge Teixeira, Cidade de Deus e Gilberto Mestrinho. São locais onde há combinação de elementos, que aumentam a exposição e dificuldades de resiliência.

Dessa forma, a análise dos indicadores que compõem o índice permite dimensionar realidades e, assim, facilitar a elaboração e cumprimento de metas de curto, médio e longo prazos, podendo, dessa forma, melhorar as estratégias que possam diminuir a vulnerabilidade das áreas e poder assim, melhorar a qualidade de vida das pessoas.

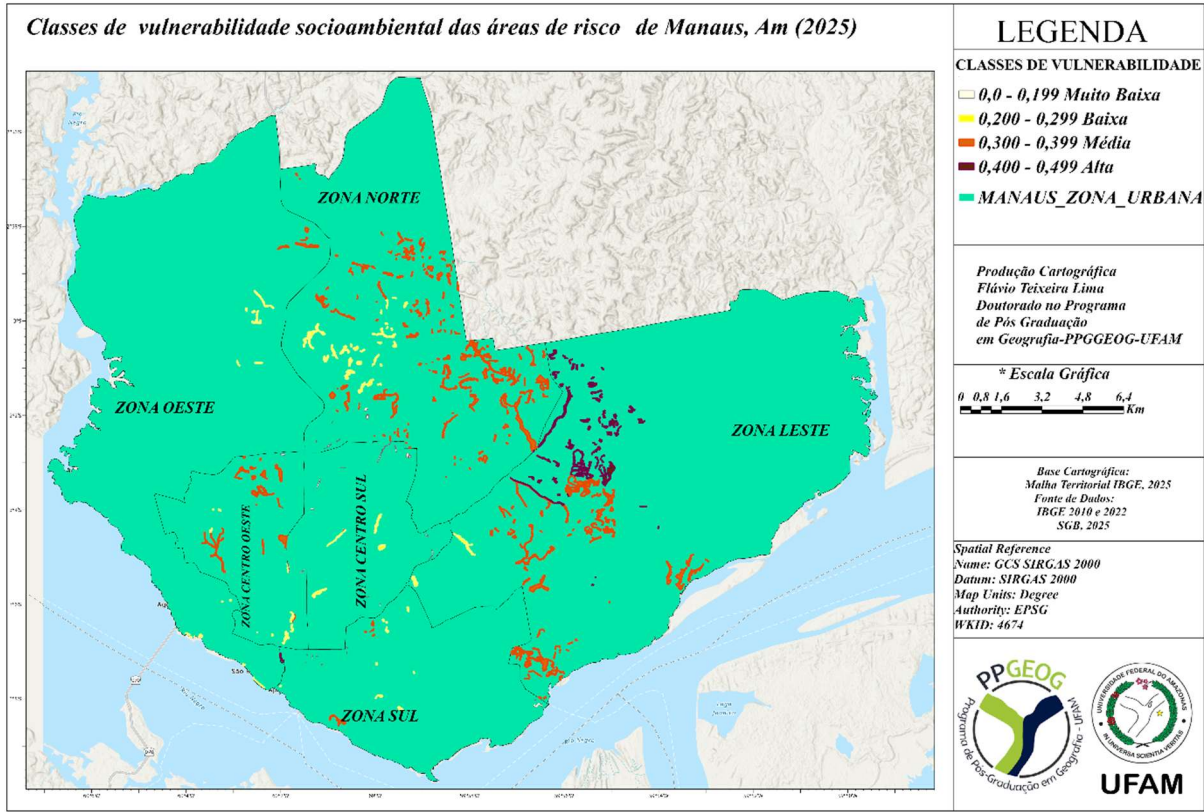
Os índices são também instrumentos poderosos na inserção de políticas de gestão estratégica e democrática, porque facilitam a identificação dos processos, etapas e ações a serem desenvolvidas por parte do poder público. Seria também uma forma de gestão transparente perante o contexto social, mas o que se percebe ainda é que a transparência e gestão democrática são instrumentos longe de se chegar à situação satisfatória e abrangente, embora haja marco legal que garanta tais instrumentos como bases na administração pública.

Pode-se analisar, ainda, a participação individual de cada indicador e identificar quais deles exercem maior influência sobre o índice geral. Neste sentido, os índices funcionam como os elementos que fazem a revelação do problema, enquanto os indicadores revelam as origens do problema. Assim como é feita a leitura avaliativa para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), no qual os indicadores funcionam como chaves interpretativas para identificar as causas que influenciaram nos resultados.

Assim, o índice pode ser utilizado para auxiliar na qualificação de cada setor de risco da cidade, ao disponibilizar mais informações sobre as características do local. Sendo que em Manaus, o compartilhamento desses dados com a sociedade é limitado, embora exista legislação específica para o caso. Eles ainda permitem melhorar a gestão democrática de dados e informações com a comunidade e, em geral, com toda a sociedade.

Ao agregar as camadas do índice de vulnerabilidade socioambiental dos bairros de Manaus com os setores de risco (Figura 26), foi possível, também, obter um produto cartográfico que caracteriza espacialmente as áreas de risco quanto ao seu grau de vulnerabilidade.

Figura 26 - Vulnerabilidade socioambiental das áreas de risco de Manaus em 2025.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010 e 2022; SGB, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

Na Figura 26 observa-se que existem três classes bem definidas de vulnerabilidade socioambiental referente às áreas de risco de Manaus. A baixa vulnerabilidade socioambiental predomina na cidade e está distribuída por todas as zonas. A classe de média vulnerabilidade possui destaque nas Zonas Norte e Leste, enquanto a classe de alta vulnerabilidade predomina na Zona Leste, especificamente no bairro Tancredo Neves. O mapa representa também a carta de vulnerabilidade socioambiental de Manaus.

A classe de baixa vulnerabilidade socioambiental não significa que a probabilidade de existência de desastres é baixa, mas indica que naquela área a população tem maiores condições de ser resiliente, bem como sofrer menos com os impactos. Mas, assim como as outras áreas, devem ser contempladas com políticas públicas de monitoramento, infraestrutura e outras ações que possam diminuir a vulnerabilidade e os riscos, uma vez que, existem apenas duas tipologias de risco em Manaus, uma referente aos risco alto, e outra, ao risco muito alto, conforme a classificação do Serviço Geológico do Brasil.

O produto cartográfico mencionado deve ser auxiliar na análise espacial para contribuir com informações adicionais que possam melhorar a gestão das áreas de risco de Manaus. Portanto, não deve ser confundido com o grau de risco de Manaus, que é um produto elaborado pela parceria entre a Prefeitura de Manaus e o Serviço Geológico do Brasil; devem ser complementares para que, juntos, possam enriquecer a tomada de decisão por parte de autoridades ou órgãos responsáveis pela gestão dessas áreas vulneráveis da cidade.

Os resultados da espacialização dos índices são de extrema importância em virtude de poder caracterizar melhor as áreas de risco de Manaus, principalmente quanto aos aspectos socioeconômicos, pois são indicadores de vulnerabilidade, característica de grande relevância para as pesquisas sobre áreas de risco. Neste sentido, a utilização desses índices facilita o estabelecimento de estratégias de redução de risco de desastres, seja a curto, médio ou longo prazos.

Analisar a vulnerabilidade socioambiental nas áreas de risco por meio de índices é uma forma de caracterizar melhor a vulnerabilidade dos indivíduos e de áreas da cidade que poderão ser consideradas prioridades, segundo suas vulnerabilidades apontadas pelos indicadores. Embora haja conhecimento de que as pessoas que habitam as áreas de risco, são indivíduos em condições socioeconômicas limitadas, o cruzamento de dados permite identificar os grupos mais vulneráveis, facilitando, assim, ações emergenciais na mitigação de situações que possam expor as pessoas aos riscos.

O índice de vulnerabilidade também pode ser incluído como documento auxiliar ao Plano Municipal de Redução de Riscos, sendo ideal para o monitoramento dos componentes geradores de vulnerabilidade, porque permite alinhar diretrizes e metas, segundo as características de cada classe de vulnerabilidade para orientar as políticas públicas de redução dos riscos.

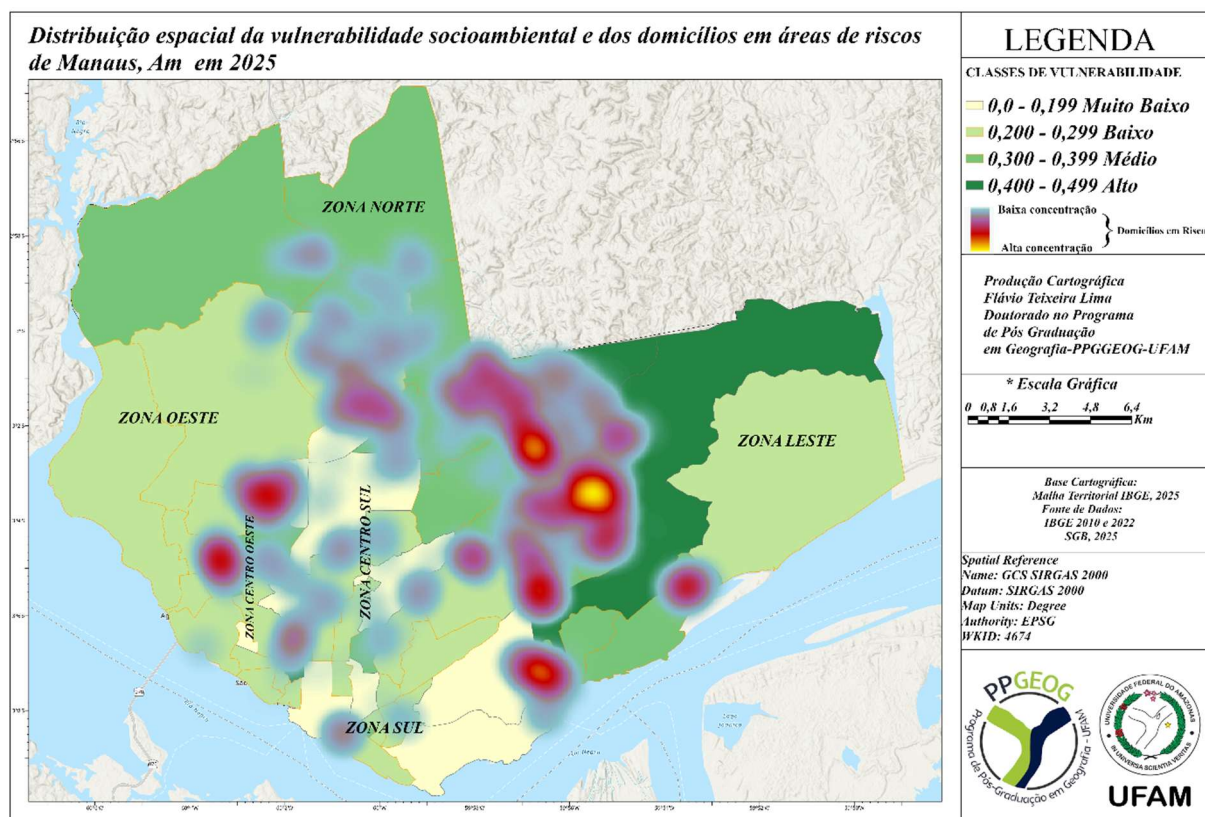
5.3 Identificação de zonas prioritárias para intervenção de acordo com a vulnerabilidade e exposição aos riscos

As zonas prioritárias para intervenções de acordo com a vulnerabilidade e a exposição aos riscos referem-se aos pontos de convergência entre os índices e os fatores ambientais ou sociais que podem aumentar os riscos para as pessoas que habitam essas áreas vulneráveis, como, por exemplo, a elevada densidade de domicílios em áreas de risco, a presença de favelas e a elevada declividade.

São entendidos como condicionantes que elevam os riscos, quando associados aos índices de vulnerabilidade e à combinação entre aspectos físicos do relevo e outros, surgindo, assim, pontos de sobreposição de características que podem elevar os riscos. São, portanto, áreas que necessitam de atenção especial para que sejam elaboradas políticas de prevenção e assistência para a população que habita em tais áreas, a fim de erradicar ou diminuir os riscos de desastres.

Em Manaus, as áreas com alta probabilidade para ocorrência de eventos que possam causar desastres, considerando o índice de vulnerabilidade socioambiental e a densidade de domicílios em áreas de risco estão concentradas em dois principais eixos espaciais: um definido como eixo Norte-Leste e o outro de Oeste-Sul, conforme pode ser observado na Figura 27.

Figura 27 - Mapa do índice de vulnerabilidade socioambiental e da densidade de domicílios em riscos.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022; SGB, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A representação espacial na Figura 27 é resultante dos dados dos domicílios particulares que estão dentro de áreas de risco e da avaliação da vulnerabilidade socioambiental. A partir da representação pode-se identificar que existe uma faixa que liga as Zonas Norte e Leste, desde o Sul do Bairro Lago Azul, passando pelos bairros da Nova Cidade, Colônia Terra Nova, Cidade Nova, Cidade de Deus, Jorge Teixeira, Gilberto Mestrinho até o Armando Mendes.

Observa-se, ainda, a existência de núcleos nos quais esse potencial para desastre é maior, como nos bairros Mauzinho, Redenção, Educandos, Compensa, Petrópolis e São Francisco. Não que seja toda a área do bairro, mas partes deles ou adjacências com outros, onde concentram elevados níveis vulnerabilidade e elevada concentração de moradias dentro de áreas de risco.

Conforme os índices de vulnerabilidade socioambiental e a concentração de moradias em áreas de risco, as Zonas Norte e Leste apresentaram menor poder de resiliência a possíveis

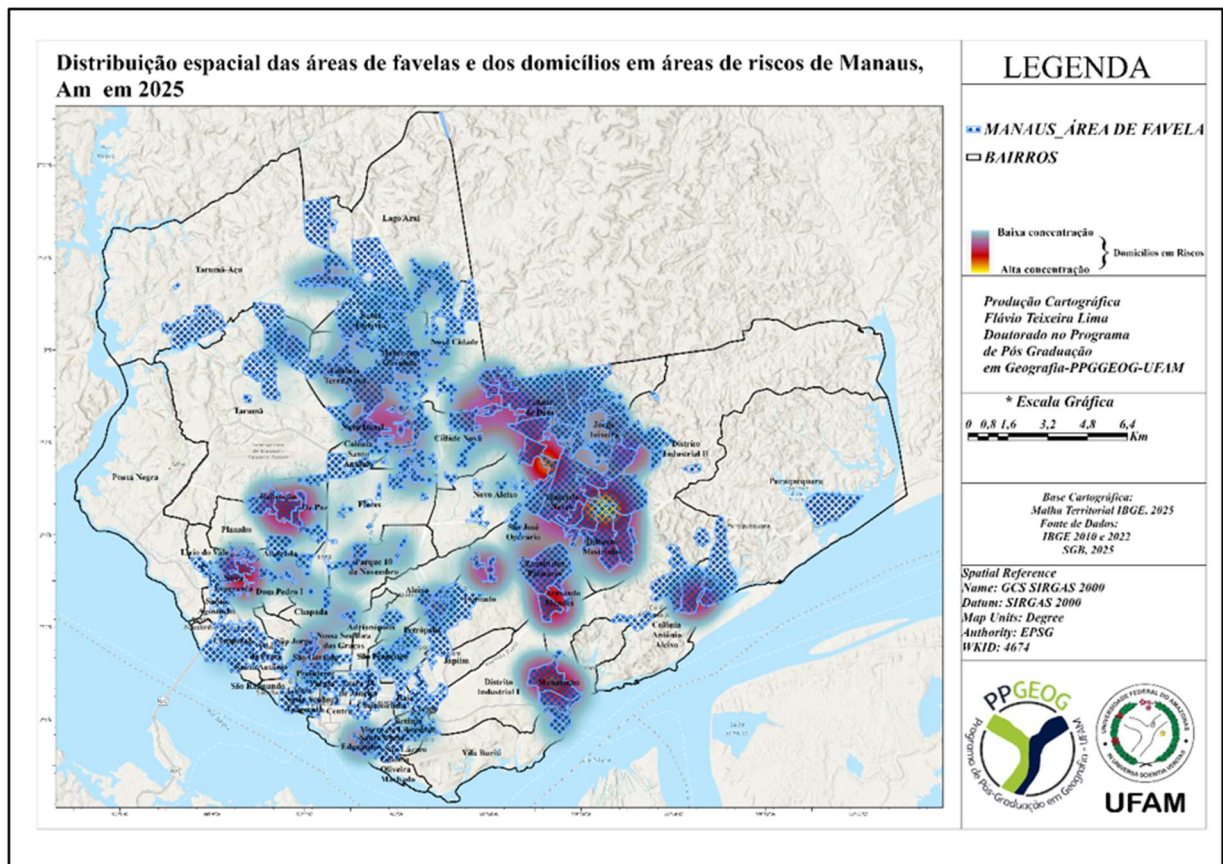
eventos que possam causar desastres. Isto devido ao fator de exclusão social demonstrado pelos índices desfavoráveis das duas zonas.

Além de as Zonas Norte e Leste estarem mais afastadas da parte central da cidade, o que comumente se observa, é que são partes de uma cidade, cujas políticas públicas são mais escassas. Isso demonstra que o planejamento da cidade precisa ser realizado segundo as configurações do território no passado, presente e futuro. Nas configurações do passado para identificar formas, como foi feita e analisar experiências positivas, no presente para identificar o que precisa ser feito, ou que ações podem ser iniciadas, para que no futuro haja melhores condições de vida para todos.

Melhores condições de vida significam também poder viver em um ambiente onde haja boas condições de infraestrutura e assim, espaços que sejam socialmente aproveitados para lazer, e que tragam também, condições socioambientais satisfatórias. Em resumo, que o planejamento urbano possa melhorar as condições da cidade, e estas por sua vez, possam ser um espaço que ofereça segurança quanto aos eventos que possam gerar desastres.

Porém, Manaus ainda precisa melhorar consideravelmente em virtude de muitos fatores, um deles é que a cidade possui muitas áreas consideradas favelas, conforme a Figura 28. Estes espaços podem ampliar as ocorrências e os impactos neles, uma vez que reúnem inúmeras características que tornam seus habitantes mais fragilizados.

Figura 28 - Domicílios em áreas de risco e áreas consideradas favelas em Manaus em 2025.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022; SGB, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2025.

A Figura 28 representa a configuração espacial das áreas de Manaus que são consideradas favelas e a densidade dos domicílios em áreas de risco por meio do “mapa de calor” ou de densidade de Kernel.

Assim como demonstrado no Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, observa-se que as Zonas Leste e Norte de Manaus possuem os bairros com os maiores índices, a concentração de favelas e de domicílios em áreas de risco, também são destaques nessas duas zonas da cidade. Isso demonstra o quanto a vulnerabilidade pode influenciar em outros condicionantes que fragilizam a população a eventos de desastres.

A análise do mapa ainda revela os pontos ou áreas da cidade que apresentam os maiores desafios para a administração pública, seja por infraestrutura ou ainda, pelas ações que possam diminuir as ocorrências de desastres, pois agrupam características que demandam tempo e orçamento para que as melhorias sejam efetivadas. Além desses locais representarem ambientes com condições que ampliam a exposição, a vulnerabilidade e os impactos das ocorrências de

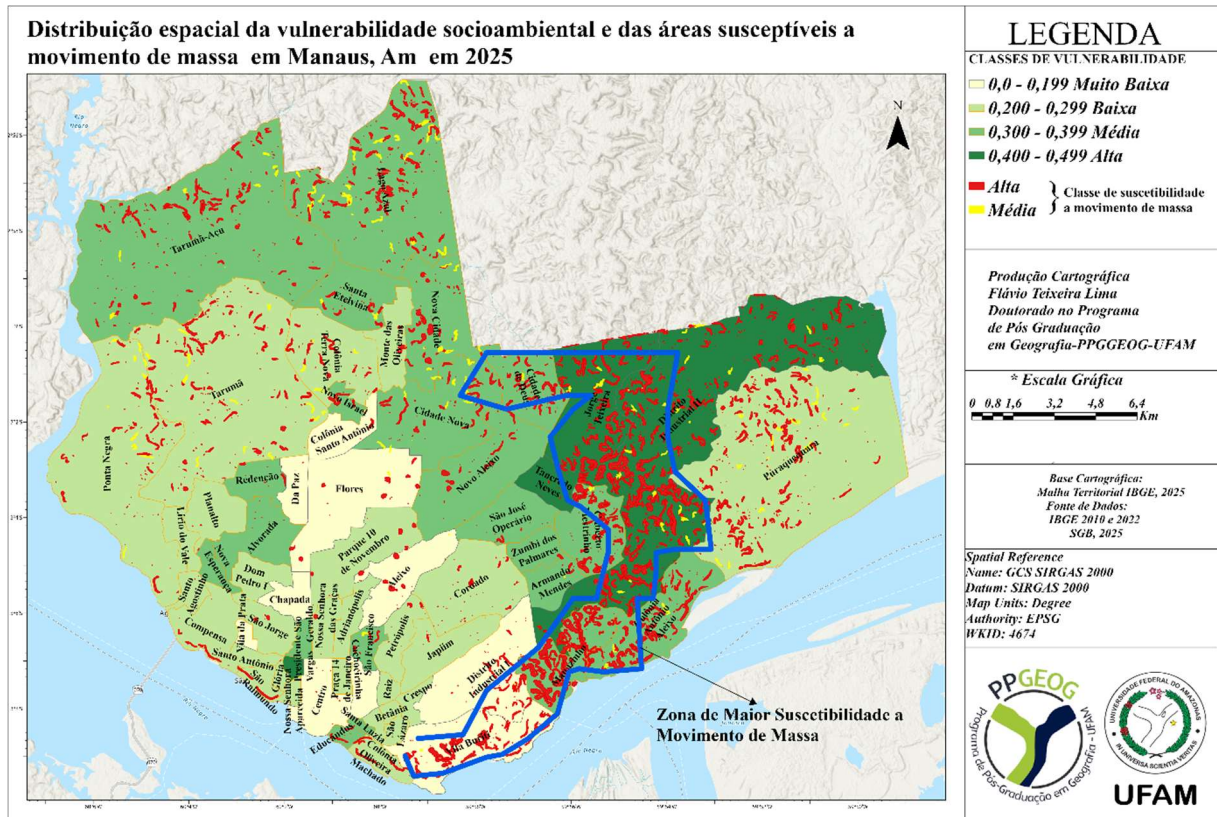
desastres, devido concentrarem os três componentes dos desastres que são o perigo, a exposição e a vulnerabilidade.

A combinação entre vulnerabilidade e perigo é um componente que aumenta o risco de desastres. Neste sentido, a cidade possui muitas variáveis que, quando combinadas, aumentam a probabilidade de ocorrência, como ocorre na combinação do índice de vulnerabilidade socioambiental e as características geomorfológicas do relevo, conforme a Figura 29, que representa o mapa da vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a movimentos de massa.

O mapa faz a combinação de vulnerabilidade e perigo em Manaus. Ele é resultado da combinação do índice de vulnerabilidade e de dados geomorfológicos extraídos da pesquisa do Serviço Geológico do Brasil em 2024 para Manaus⁸.

⁸ Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações em Manaus, 2024.

Figura 29 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a movimentos de massa em Manaus em 2025.



Fonte: IBGE 2010 e 2022; SGB (Souza *et al.*, 2024). Elaboração Flávio Teixeira Lima, 2026.

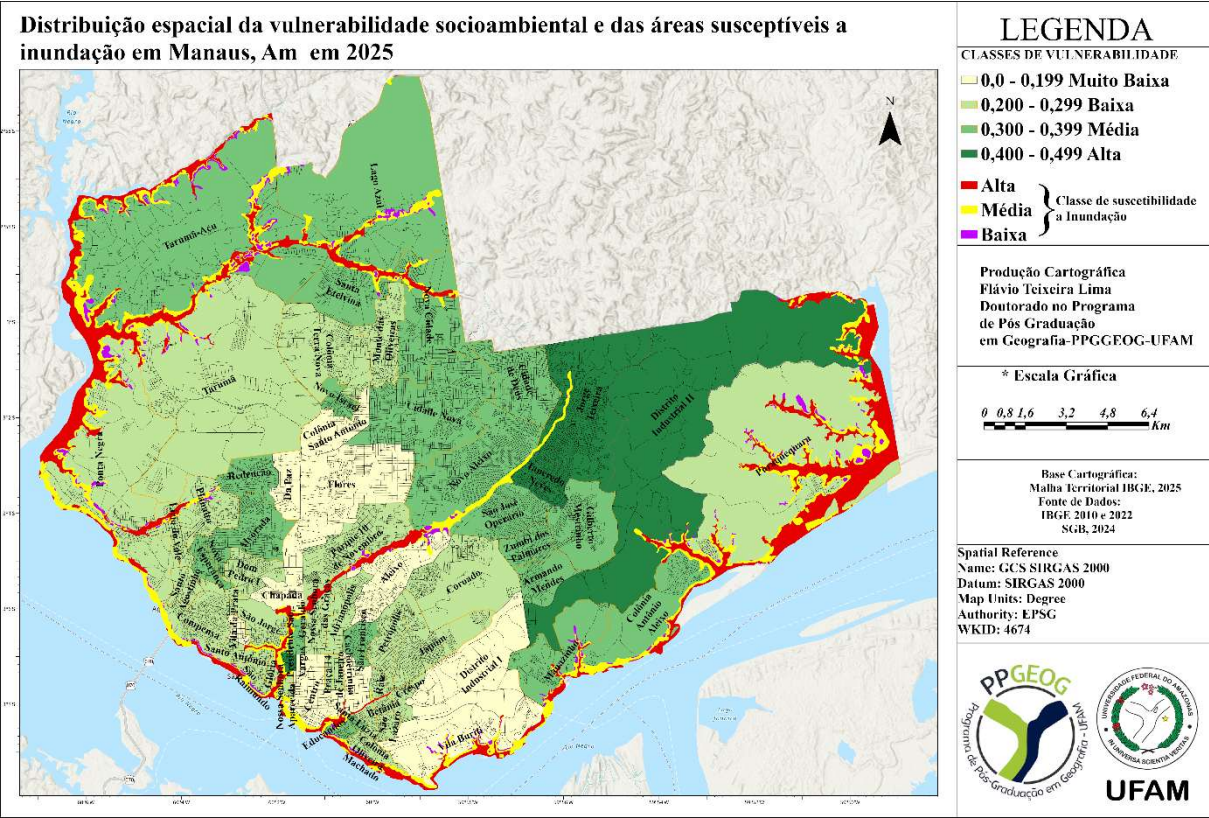
Ao analisar o mapa de vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a movimentos de massa (Figura 29), pode-se identificar que as Zonas Norte e Leste possuem maior concentração de locais com alta probabilidade de movimentos de massa devido ao maior quantitativo de áreas. O mapa apresenta ainda uma zona de destaque no sentido Sul, Leste e Norte da cidade, onde parte do bairro Tancredo Neves possui setores que merecem atenção devido à existência de dois componentes que elevam a magnitude de um desastre, que são a vulnerabilidade e o perigo. Esses dois componentes aumentam os riscos no Nordeste desse bairro.

Esses locais representam ambientes onde os riscos são maiores, devido à combinação de fatores de vulnerabilidade e perigo, como locais de encostas com grande número de pessoas morando nelas, necessitando de ações, que possam ser implementadas na área de saneamento e infraestrutura, além de ações de fiscalização quanto ao desmatamento oriundo de ocupações irregulares.

Além dos movimentos de massa, áreas sujeitas a inundações são locais importantes na atenção quanto aos riscos. A configuração espacial dessas áreas em Manaus acompanha, em

grande parte, os maiores cursos de água da cidade, conforme podem ser observados na Figura 30.

Figura 30 - Mapa de vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a inundação em Manaus em 2025.



Fonte: IBGE 2010 e 2022; SGB (Souza *et al.*, 2024). Elaboração Flávio Teixeira Lima, 2026.

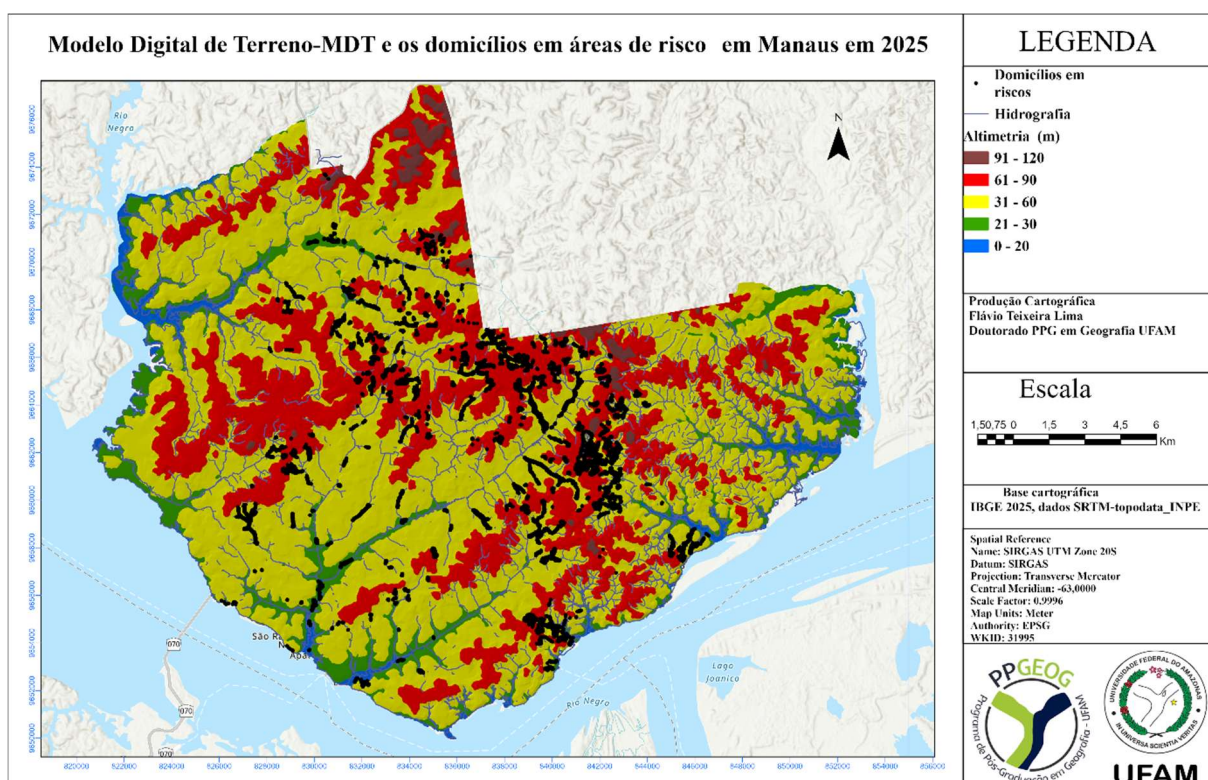
A Figura 30 representa as classes de risco de inundação e o índice de vulnerabilidade socioambiental dos bairros da cidade de Manaus. Por meio da imagem é possível identificar que existem quatro (4) áreas bem definidas de risco de inundação, sendo uma na Zona Oeste sob influência da bacia hidrográfica do Tarumã Açu, outra na parte central da cidade com influência da bacia hidrográfica do Mindu, outra nas proximidades do Rio Negro e do Solimões e, por último, na Zona Leste. Também pode ser observado que em parte da Zona Sul e em parte da Zona Leste, em especial nos bairros Mauazinho e Puraquequara, existem áreas suscetíveis de inundação.

Ainda conforme a Figura 30, observa-se que, o bairro Tancredo Neves localizado na Zona Leste e caracterizado por alto índice de vulnerabilidade socioambiental, há também uma

faixa de média suscetibilidade à inundação, o que reforça a ideia de maior atenção para as políticas públicas voltadas para essa parte da cidade, na qual as limitações são visíveis devido à elevada vulnerabilidade e exposição aos riscos.

Para melhor a identificação e compreender estes locais, é apresentado na Figura 31 o mapa do Modelo Digital de Terreno de Manaus, numa perspectiva 3D, construído por meio da técnica de Rede Triangular Irregular (TIN), juntamente com os domicílios em risco em áreas de risco.

Figura 31 - Mapa Modelo Digital de Terreno-MDT(TIN) de Manaus.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2022; SGB, 2025. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2025.

Na Figura 31, pode-se identificar que as maiores cotas altimétricas da cidade de Manaus estão nas zonas Norte e Leste, locais onde ocorrem as maiores incidências de deslizamentos e de ocorrências de desastres como no bairro Jorge Teixeira em 2023. Ainda pode ser observado que grande parte dos domicílios em áreas de risco estão em locais entre cotas altimétricas com os maiores valores, demonstrando, assim, declividade acentuada e dentro da zona de alta suscetibilidade a movimentos de massa.

Ainda conforme o mapa da Figura 31, pode-se observar as características da geomorfologia de Manaus, que apresenta maiores altitudes nas zonas Norte e Leste e convergência de

drenagem na parte central e Sul. São características que requerem cuidados e atenção quanto às ações antrópicas e de planejamento urbano, pois simples alterações no ambiente natural podem desencadear problemas mais graves, uma vez que a cidade foi se expandindo ao longo dos tempos sem a devida atenção do poder público e criando situações que geram imensos problemas.

Essas características ainda exigem esforços das autoridades, no que se refere às políticas de sensibilização educacional voltadas à preservação das áreas verdes e ao combate às ocupações irregulares. Trata-se de duas vertentes secundárias de atuação da administração pública que ainda precisam ser aprimoradas e executadas de forma contínua. No que diz respeito ao combate às ocupações irregulares, deve-se buscar o aprimoramento do monitoramento remoto por meio do emprego de drones e de sistemas de inteligência artificial, a fim de otimizar os trabalhos de campo sempre que necessário.

As ações citadas não constituem a solução para a problemática em questão, mas representam medidas auxiliares que podem contribuir para reduzir a expansão das áreas de risco, identificar locais suscetíveis à ocorrência de riscos, especialmente aqueles ocupados por domicílios, e promover a sensibilização da população quanto à importância da preservação do meio natural. Dessa forma, busca-se incentivar a adoção de atitudes mais responsáveis, evitando práticas que possam comprometer a própria segurança e a de terceiros.

O cruzamento de informações da geomorfologia de Manaus, domicílios em áreas de risco e do índice de vulnerabilidade socioambiental de Manaus também revela situação de exclusão social quanto a ocupações de espaços de moradia, bem como a distribuição dos riscos que estão concentrados em fundos de vales e áreas de encostas, principalmente na Zona Norte e Leste da cidade.

Assim, pode-se concluir que a cidade de Manaus requer atenção em todas as zonas quanto aos riscos de desastres, porém a partir do cruzamento de dados e informações, pode-se perceber que as Zonas Norte e Leste possuem maior probabilidade para as ocorrências, necessitando dessa forma, de medidas emergenciais para que os riscos possam diminuir consideravelmente. Desde medidas de curto prazo até medidas de longo prazo, como por exemplo, melhorias na infraestrutura e de combate à pobreza, respectivamente.

Os índices são elementos importantes para auxiliar políticas públicas de desenvolvimento urbano e social, porque através deles pode-se comparar e monitorar determinadas áreas. Além disso, os índices permitem realizar análise de interseções ou sobreposições (cruzamento

de dados) entre vulnerabilidades e condicionantes ambientais que possam aumentar os riscos a determinados grupos que habitam em áreas vulneráveis.

Neste sentido, os índices contribuem para que autoridades, órgãos e instituições possam utilizá-los na análise espacial dos ambientes urbanos, podendo visualizar pontos importantes para a tomada de decisão a partir do cruzamento de dados e informações.

5.4 Análise das políticas de gestão e enfrentamento dos desastres em Manaus

O processo de gestão e enfrentamento dos desastres é um desafio para muitas cidades, incluindo Manaus, capital do Amazonas, em virtude de vários fatores, dentre os quais se destacam a expansão acelerada da área urbana, falta de planejamento urbano adequado, grande número de pessoas em vulnerabilidade social, demora na implementação de alertas, políticas e legislação específica para fazer a gestão das áreas vulneráveis e outros.

A análise das políticas de gestão e enfrentamento dos desastres é uma importante ferramenta de diagnóstico sobre os documentos orientadores e políticas para o enfrentamento dos riscos de desastres e mitigação deles, posto que a identificação de instrumentos e políticas de gestão funciona como mecanismo democrático, frente à sociedade para que ela também possa avaliar as ações que estão sendo desenvolvidas, a fim de buscar melhorias, que possam garantir mais qualidade de vida para muitas pessoas que moram em áreas de risco da cidade de Manaus.

Essa análise aqui descrita é composta por duas seções para melhor compreensão. Uma sobre os documentos normativos existentes, e a outra, por ações práticas de enfrentamento dos problemas:

A) Os documentos ou legislação

A cidade de Manaus possui poucos dispositivos legislativos quanto à gestão de áreas de risco. O que tem são mecanismos orientadores em alguns documentos legais, que incluem discretamente alguma temática ligada à preservação ambiental e regulação de uso e ocupação do solo.

Alguns documentos de grande expressão são: o Plano Diretor da cidade que inclui procedimentos a serem adotados quanto ao parcelamento e ao uso do solo urbano; o Código Ambiental; o Plano de Ação Climática da Cidade de Manaus, que é um instrumento que assegura as ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas; e o Plano de Contingência de

Proteção e Defesa Civil. Ainda em fase de implantação, tem-se o Plano de Redução de Riscos de Desastres, desenvolvido em parceria com a UFAM

A Lei Complementar nº 002, de 16 de janeiro de 2014, institui o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus. Esse documento é a base legal para todo o planejamento urbano, ambiental e territorial da cidade. É uma importante ferramenta para disciplinar e orientar o uso e parcelamento do solo urbano.

O plano possui, ainda, diretrizes de mobilidade urbana, normas para habitação, regularização fundiária e áreas de risco, proteção de áreas ambientais e patrimônio natural, estratégias de desenvolvimento econômico e social e instrumentos de gestão democrática. Uma das menções do estatuto se refere diretamente a ações que contribuem com a mitigação dos problemas nas áreas de risco da cidade, que está no Artigo 6 que é buscar:

“Estratégias de qualificação ambiental do território que tem como objetivo geral tutelar e valorizar o patrimônio natural do Município de Manaus, priorizando a manutenção dos espaços especialmente protegidos, a resolução de conflitos e a mitigação de processos de degradação ambiental decorrentes de usos incompatíveis e das deficiências de saneamento”.

Por meio das disposições estabelecidas pela Lei nº 002/2014, o Plano Diretor de Manaus busca, de forma geral, melhorar a qualidade ambiental das áreas da cidade, tornando-as mais seguras, saudáveis, sustentáveis e adequadas para a vida humana e para a preservação da natureza. Esse instrumento normativo, juntamente com as leis complementares, são fundamentais para o desenvolvimento urbanístico e sustentável da cidade, além de ser o principal instrumento para impedir que novas áreas de risco surjam na cidade.

Por meio do Plano Diretor, o crescimento urbano deveria ser organizado e disciplinado, o que não refletiu na cidade de Manaus em grande parte, pois através de seus mecanismos o crescimento urbano era para ser disciplinado, definindo onde pode haver ou não os diversos tipos de ocupação. Evitando, assim, que parte da população fosse deslocada para locais perigosos, como encostas instáveis, margens de igarapés e áreas sujeitas a alagamentos. Uma prova de que a fiscalização dessas diretrizes precisa melhorar perante a realidade existente na cidade.

Segundo Fortes (2014), os cursos d'água urbanos de Manaus passaram por intensos processos de degradação nas últimas quatro (4) décadas, principalmente em decorrência da ocu-

pação desordenada e da ausência de planejamento urbano. Esse processo tem provocado poluição, assoreamento, redução da vazão dos igarapés e recorrência de inundações, além de comprometer a qualidade das águas. Neste sentido, fica evidente que as falhas na gestão influenciam diretamente em riscos para a sociedade.

Por meio do Plano Diretor, o crescimento urbano deveria ser organizado e disciplinado. Entretanto, esse objetivo não se concretizou plenamente na cidade de Manaus. O instrumento estabelece mecanismos destinados a orientar a expansão urbana, definindo as áreas apropriadas ou inapropriadas para os diferentes tipos de ocupação do solo.

Dessa forma, se as diretrizes do plano fossem colocadas em prática, poderiam evitar que partes da população ocupassem locais suscetíveis a desastres, como encostas instáveis, margens de igarapés e áreas sujeitas a alagamentos. Contudo, a permanência e a expansão de ocupações nessas áreas mostram que a fiscalização e a efetiva aplicação dessas diretrizes ainda precisam ser revistas e aprimoradas, além de tudo, colocadas em prática.

Outro importante documento é o Código Ambiental do Município de Manaus ou Lei nº. 605, de 24 de julho de 2001. Ele estabelece inúmeras ações que, quando efetivadas, contribuem para a prevenção do risco de desastres. Além de reduzir a expansão das áreas de risco como encostas e margens dos igarapés, funciona como instrumento de proteção ambiental e social, na medida em que prioriza a preservação e proteção de áreas que podem ser ocupadas irregularmente.

Segundo suas diretrizes e ações, o Código Ambiental é um dos mais importantes documentos que contribuem para a gestão de áreas de risco e planejamento socioambiental da cidade. Mas ao fazer a análise desse documento e compará-lo com a realidade de Manaus, foi identificado que existem falhas do poder público quanto ao que está estabelecido na legislação. Falhas na fiscalização de áreas de proteção ambiental que muitas vezes são ocupadas irregularmente.

Já o Plano de Ação Climática da Cidade de Manaus é um documento que propõe respostas integradas e estratégicas aos desafios das mudanças climáticas, estabelecendo diretrizes para reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), fortalecer a resiliência da cidade perante eventos de extremos climáticos e promover desenvolvimento urbano comprometido com a justiça social e climática.

O Plano possui 6 eixos temáticos, sendo eles: Eco Manaus Eficiente, Governança Climática, Manaus + limpa, Manaus + verde, Movimenta Manaus e Ordena Manaus. Dentre eles

os que mais estão alinhados segundo a temática e ações relacionadas à gestão de áreas de risco, bem como melhorias para estas áreas são: Manaus + limpa; Manaus + verde e o eixo Ordena Manaus.

O eixo Manaus + limpa foca em duas ações que são: a gestão de resíduos sólidos e universalização do saneamento básico. São dois grupos em que a implementação de suas ações contribuirá na melhoria do índice de vulnerabilidade quanto ao indicador infraestrutura urbana. Já o eixo Manaus verde foca em 12 ações com destaque para a recuperação de áreas degradadas, combate ao desmatamento em áreas verdes, revitalização das matas ciliares e fortalecimento da educação ambiental.

Nesta perspectiva, Ferreira e Oliveira (2023) consideram que Manaus tem avançado no sentido de criação de áreas de proteção ambiental e corredores ecológicos. Uma forma de integração aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Isso pode ser considerado avanço, mas recaem na questão da fiscalização e monitoramento dessas áreas.

Outro eixo importante é o Ordena Manaus, que é caracterizado por um conjunto de ações reunidas em quatro grupos que são: Implementar o programa beiradão resiliente para requalificação urbana e contenção de encostas em áreas de risco de Manaus; atualização da rede de drenagem do município; priorização da regularização fundiária e incentivo à compra de materiais sustentáveis para construções.

O cumprimento das metas desses grupos de ações possui grande potencial para diminuir os riscos de desastres para a população, pois as intervenções resultam em ações práticas que atuam diretamente nas áreas mais vulneráveis, sendo de extrema importância para o futuro da cidade. Mas é bom lembrar que o Plano de Ação Climática da Cidade de Manaus não foi instituído como um projeto de lei ou aprovado como instrumento do legislativo, embora sua incumbência de elaborar esteja para o executivo, o ideal seria que fosse instituído como uma lei, o que torna as ações difíceis de serem executadas de maneira satisfatória.

Outra análise feita foi sobre o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), que é orientado pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, que é a Lei Federal nº 12.608/2012. O plano busca viabilizar medidas estratégicas e planejadas para orientar ações de proteção e defesa civil por parte das instituições responsáveis pela gestão dos riscos e demais setores públicos e privados do município para dar suporte em caso de emergência.

A própria finalidade do plano é de caráter emergencial, voltada para situações de ocorrência, porém não é um documento que tenha especificações de gestão de áreas. Ele é muito

importante para que órgãos, secretarias e equipes tracem diretrizes para agir em possível ocorrência. É orientador de ações para que seja otimizado o tempo de resposta, ações de socorro e assistência de forma geral, caso haja ocorrência de eventos de desastre.

O plano até possui algumas indicações que se ligam na gestão dos riscos como “Identificação das áreas vulneráveis às chuvas intensas, redução dos desastres e diminuição de ocorrências causadas no período chuvoso ou em chuvas intensas, mobilização da comunidade - Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (Nudecs)”. Porém, não há especificação ou detalhamento de como ocorrem ou quais os procedimentos adotados para tais ações.

Há ainda elementos contraditórios que, se acredita que dificultem as próprias ações da Defesa Civil, como, por exemplo, consta no plano diretrizes de “mapeamento baseado nos registros constantes nos bancos de dados da SEDEC⁹, referentes aos últimos 10 anos de atuação da Central 199”, mas a própria SEPDEC afirma que não possui dados especializados para períodos anteriores a 2024, mas considera que o órgão está passando por um processo de modernização de gestão de dados. que, acredita-se, dificultem

A análise do plano possibilitou, ainda, identificar que ele precisa de melhorias significativas quanto ao detalhamento de ações, embora seja possível que as equipes realizem essas ações com eficiência, falta ao plano um direcionamento mais detalhado, já que é um documento que contém diretrizes. Isso pode gerar nos usuários do plano algumas incertezas quanto à tomada de decisões, sendo necessária uma atualização dele.

As melhorias em gestão de riscos são necessárias em virtude do quadro de aumento das ocorrências. Por décadas a administração pública não priorizou as ações de gestão das áreas vulneráveis da cidade, incluindo, por exemplo, combate ao aumento das áreas de risco, embora pareça ser tão difícil para os gestores, por envolver questões orçamentárias, mas os desastres sempre deixam os custos maiores para as prefeituras.

Neste sentido, Manaus começa a desenvolver maiores ações para enfrentamento dos desastres e gestão deles. Um dos exemplos é o Plano Municipal de Redução de Riscos, que está em fase de implementação. Ele foi elaborado em parceria com a Universidade Federal do Amazonas-UFAM e o Serviço Geológico do Brasil. Porém o plano ainda está em processo de implementação e disponibilização à sociedade.

⁹ Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil. Vinculada à Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social (Semseg).

Após a análise, verifica-se que Manaus dispõe de documentos com força de lei que poderiam contribuir de maneira mais eficiente para a gestão das áreas de risco. Mas diante da realidade que se observa na cidade, fica evidente que a efetividade da legislação é baixa, seja pela insuficiência da fiscalização, seja pelo descumprimento da legislação. Pode-se considerar, ainda, que existem limitações na legislação específica voltada à gestão das áreas de risco no município. O que demanda melhorias nas políticas públicas destinadas à proteção da população diante da ocorrência de desastres.

São necessárias políticas públicas orientadas por legislações específicas que possam garantir melhores respostas no combate aos riscos de desastres, considerando todas as dimensões que possam influenciar no problema, principalmente a vulnerabilidade, a qual requer políticas efetivas de combate à pobreza, melhoria da infraestrutura e do saneamento, além da redução do déficit habitacional.

B) As ações práticas de gestão e combate aos desastres

Sobre as ações práticas da política de gestão e enfrentamento dos desastres de Manaus, a pesquisa revelou alguns pontos positivos e negativos ou ainda, os desafios que a cidade tem quanto à formulação de políticas de combate à expansão das áreas de risco, bem como no enfrentamento de desastres.

Os pontos de maior destaque estão ligados, principalmente, ao setor habitacional e a execução de obras de melhoria ambiental e urbanística como o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM)¹⁰ realizado até o momento em quatro fases (o PROSAMIM 1, 2, 3 e o PROSAMIM+).

O PROSAMIM foi concebido com o propósito de promover a recuperação ambiental e urbanística das áreas de risco localizadas às margens dos igarapés de Manaus, especialmente aquelas ocupadas de maneira irregular por famílias em situação de vulnerabilidade social.

Segundo as informações disponibilizadas pela Unidade Gestora de Projetos Especiais (2026)¹¹, em todas as fases do programa já foram beneficiadas diretamente 91.275 pessoas, mediante reassentamento e melhoria das condições de habitabilidade, com investimentos que

¹⁰ Executado pela UGPE - Unidade Gestora de Projetos Especiais- Governo do Estado do Amazonas

¹¹ Informações cedidas via protocolo institucional/Processo nº 01.01.043102.000659/2026-20

totalizam aproximadamente US\$1.208.189.219,00, além de beneficiar indiretamente cerca de 325.375 pessoas.

A primeira etapa do programa se iniciou em 2006 com as duas primeiras intervenções na Bacia dos Educandos, localizada na Zona Sul de Manaus, sendo esta a mais densamente povoada e ocupada por construções irregulares em margens de igarapés. Em seguida, em 2009, tendo suas ações continuadas na Bacia do Educandos, expandindo-se ao Igarapé do Quarenta, Bittencourt e do Mestre Chico.

As outras fases deram continuidade às obras na Bacia dos Educandos, Quarenta e São Raimundo (PROSAMIM II). Já a fase 3 foi estendida para solucionar problemas ambientais, urbanísticos e sociais que afetam a população residente em áreas abaixo da cota de 30m, na Bacia do Igarapé do São Raimundo.

O processo de revitalização de áreas vulneráveis, conforme pode ser observado nas Figuras 32 e 33, promoveu não somente o urbanismo, mas também proporcionou maior qualidade de vida para inúmeras famílias após as mudanças.

Figura 32 - Transformações espaciais: Parque Largo Mestre Chico.



Fonte: Adaptado da UFPE, 2025.

Na Figura 32, pode-se observar o antes e o depois em área do Igarapé do Mestre Chico, a partir das transformações espaciais após a realização de obras de infraestrutura e de moradia na fase I do Programa. Mudanças que refletem não somente na infraestrutura, mas também no social, assim como o parque residencial Gilberto Mestrinho e o parque residencial Jeferson Perez, na Zona Sul de Manaus, conforme pode-se observar na Figura 33.

Figura 33 - Mudanças espaciais de infraestrutura na Bacia do Quarenta.



Fonte: Adaptado da UFPE, 2025.

Na Figura 33(A) pode ser observada a configuração espacial com a presença de áreas de risco, e 33(B) os parques residenciais Gilberto Mestrinho e Jeferson Perez, após as intervenções do PROSAMIM I e II. Foram mudanças estruturais que melhoraram a urbanização da área, bem como solucionaram problemas das habitações precárias, levaram moradia digna para muitas famílias que viviam em insegurança, principalmente no período das chuvas.

Essas mudanças ocorreram principalmente na Zona Sul da cidade de Manaus, seguindo depois até o Norte da Bacia do Quarenta, na Zona Leste da cidade, como pode ser observado na Figura 34, que representa a Bacia Hidrográfica do Quarenta.

Figura 34 - Zonas de implantação de projetos do PROSAMIM.



Fonte: Imagem Airbus-Google Earth Pro, 10/02/2026. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

A Figura 34 destaca a bacia hidrográfica do Quarenta, uma área da cidade que foi contemplada por obras de saneamento básico, infraestrutura viária e de habitação. Ações sob a coordenação do Governo do Estado, por meio do programa PROSAMIM em suas diversas fases, principalmente nas fases II e no PROSAMIN+¹² na comunidade da Sharp no Bairro Armando Mendes, Zona Leste de Manaus, conforme pode ser observado na Figura 35.

¹² Programa Social e Ambiental de Manaus e do Interior.

Figura 35 - Residencial na comunidade da Sharp no bairro Armando Mendes, Manaus, AM.



Fonte: Imagem Airbus/Google Earth Pro, 12 de junho de 2026. Elaboração: Flávio Teixeira Lima, 2026.

As transformações observadas na Figura 35 são resultantes das ações do PROSAMIN+, responsável pela implantação de infraestrutura habitacional e de saneamento na comunidade da Sharp, no bairro Armando Mendes em Manaus. Importantes ações no sentido de reduzir os riscos de desastres nessa comunidade.

As ações do PROSAMIN+ são importantes para contemplar o objetivo 11 dos objetivos do desenvolvimento sustentável, que é “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (ONU, 2015). Mas ainda são ações que precisam ser ampliadas com parcerias de todas as esferas administrativas, uma vez que o programa é apenas executado pelo Governo Estadual, necessitando, ainda, de ampliação para que haja mais famílias beneficiadas e, assim, asseguradas a elas, dignidade e segurança.

Além do programa PROSAMIM, outro importante programa é o **Amazonas Meu Lar**¹³, uma importante iniciativa do Governo do Estado iniciada em 2023 com o objetivo de ampliar o acesso a moradias dignas, seguras e devidamente regularizadas. O programa busca

¹³ Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (Seidurb) e execução da Superintendência Estadual de Habitação (Suhab), da Unidade Gestora de Projetos Especiais (GPE) e da Secretaria de Estado das Cidades e Territórios (Sect).

viabilizar mais de 24 mil conquistas da casa própria e assegurar a titularidade do imóvel, contribuindo para a elevação dos padrões de habitabilidade tanto na capital quanto no interior, além de diminuir as desigualdades sociais e melhorar a qualidade de vida da população.

Em geral, o poder público local falhou ao longo dos tempos na implementação de estratégias de mitigação dos desastres. As políticas voltadas à inserção de ações de monitoramento e erradicação dos riscos somente receberam maior atenção após inúmeras ocorrências, algumas delas, com vítimas fatais.

As medidas realizadas pelo poder público municipal estão, em grande parte, focadas em medidas estruturais de contenção de erosão, obras de ampliação de leito de igarapés e trabalhos nas margens para evitar assoreamento. São pontos que também foram destacados em pesquisas de Molinari (2024) sobre intervenções públicas em áreas de risco a voçorocamento na cidade de Manaus, AM.

O estudo do autor também permite constatar que apenas o Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão Socioambiental de Manaus (PROURBIS 2010-2014) foi o de maior destaque em intervenções de maior escala espacial. Porém, o programa não se direcionou especificamente às áreas de risco por voçorocamento, estando associado principalmente à infraestrutura urbanística e ambiental

Neste sentido, os gestores públicos precisam pensar em planejar melhor a cidade com projetos e ações integradas que priorizem a resiliência da cidade e a segurança da população. Os programas socioambientais precisam ser ampliados e melhorados quanto ao planejamento de suas áreas de intervenções. Melhorando o sistema de drenagem e a urbanização, além da arborização das áreas do projeto, buscando, dessa forma, integrar melhorias térmicas nas áreas contempladas.

O foco na abordagem integrada do planejamento urbano deve ser ampliado para uma perspectiva que considere as múltiplas características do sistema ambiental urbano, as dinâmicas naturais e as vulnerabilidades socioambientais presentes no território. Dessa forma, a incorporação de soluções baseadas na natureza, a ampliação das áreas verdes, a proteção dos cursos d'água e o monitoramento contínuo do uso e ocupação do solo contribuem para reduzir riscos, aumentar a resiliência urbana e promover um desenvolvimento mais sustentável e socialmente inclusivo.

CONCLUSÕES

A presente pesquisa partiu da constatação de que o aumento da frequência das ocorrências de desastres na cidade de Manaus constitui-se em um indicativo das limitações existentes na gestão dos riscos de desastres e dos níveis de vulnerabilidade socioambiental presentes no espaço urbano. Essa situação mostra o quanto há necessidade de melhorias nas políticas públicas voltadas à prevenção, redução e mitigação dos riscos de desastres, especialmente nas áreas ocupadas por populações mais vulneráveis.

Nesse contexto, compreender a distribuição espacial da vulnerabilidade socioambiental tornou-se fundamental, uma vez que ela representa um dos principais componentes responsáveis por ampliar a exposição da população aos riscos, potencializar os impactos dos eventos e contribuir para o dimensionamento dos desastres.

A pesquisa traz uma nova perspectiva de enfrentamento e gestão de áreas de risco na cidade de Manaus, ao ampliar o alcance da investigação por meio da integração de diferentes dimensões da dinâmica urbana, permitindo uma compreensão mais abrangente das relações entre vulnerabilidade socioambiental, risco de desastres e gestão territorial em Manaus. A nova perspectiva incorporou uma análise detalhada a partir da caracterização das áreas de risco, da análise das políticas de gestão e enfrentamento dos desastres e da identificação das zonas prioritárias para realizar ações de prevenção e erradicação dos riscos. Além disso, o principal objetivo foi desenvolver um sistema de análise espacial das áreas de risco de desastres em Manaus, AM, a partir da criação do índice de vulnerabilidade socioambiental, resultante da integração de indicadores como suporte para a formulação de estratégias eficazes na prevenção e mitigação de impactos de desastres.

A investigação sobre as áreas de risco permitiu concluir que, ao longo do tempo, houve redução no número de setores classificados como áreas de risco em Manaus. Por outro lado, aumentou o grau de risco dos setores. Entretanto, essa diminuição foi influenciada, em grande parte, por mudanças nos critérios de classificação dessas áreas do que por ações implementadas pelo poder público. Demonstrando assim, uma das influências nas ocorrências de desastres com mortes, ou seja, pouco se fez ao longo do tempo na redução dos riscos, necessitando, dessa forma, de ações estratégicas na gestão, para que melhore o planejamento urbano da cidade, focando na redução dos riscos. Isso reforça a utilização do parâmetro de vulnerabilidade socioambiental, para que se possa articular políticas de curto, médio e longo prazos quanto à gestão dos riscos.

Ao analisar espacialmente a vulnerabilidade socioambiental de Manaus por meio do índice de vulnerabilidade socioambiental, foi possível identificar que os locais onde o índice apresenta os maiores valores, caracterizando-se por padrões de alta e média vulnerabilidade, concentram-se, em grande parte, nos bairros periféricos da cidade nas Zonas Norte e Leste, principalmente na Zona Leste, em bairros como Tancredo Neves, Jorge Teixeira e Distrito Industrial II, com os valores mais elevados. Esses espaços também apresentam grande número de áreas de risco. Essa combinação torna esses locais mais vulneráveis aos eventos de desastres, sendo, portanto, zonas prioritárias para que o poder público possa realizar intervenções para diminuir os riscos.

A espacialização da vulnerabilidade contribui para que o poder público possa articular ações de curto, médio e longo prazos de acordo com as características de vulnerabilidade de cada área, podendo identificar quais indicadores precisam ser priorizados e os tipos de políticas públicas a serem adotadas para diminuir ou erradicar os riscos e, assim, melhorar a qualidade de vida das pessoas. Além do índice de ser uma ferramenta de gestão estratégica para o monitoramento da vulnerabilidade ao longo do tempo, ele constitui em um instrumento de gestão democrática e de transparência.

As políticas de gestão das áreas de risco precisam melhorar quanto à gestão, na ampliação das ações de qualidade de vida das pessoas que moram em áreas de risco e na legislação referente à redução dos riscos e proteção de áreas de proteção ambiental. O poder público precisa ampliar programas como o PROSAMIM e buscar parcerias para que outros programas possam ser implementados e, assim, atender a um maior número de pessoas que vivem em situação de vulnerabilidade.

A legislação municipal precisa ser revisada quanto aos quesitos de gestão de riscos, ao mesmo tempo que devem ser ampliadas as ações integradas entre as secretarias. Na legislação, o Plano Diretor da cidade precisa ser atualizado, e deve ser criada uma legislação específica para a gestão das áreas de risco, uma forma de garantir, a longo prazo, foco na erradicação dos riscos de desastres. Considerar, ainda, a revisão das áreas de risco em períodos menores, integrar a gestão das bacias hidrográficas urbanas ao planejamento dos riscos, realizar o monitoramento contínuo com o uso de geotecnologias, seja das áreas de risco, ou ainda, daquelas que são Áreas de Preservação Permanente para identificar ocupações irregulares.

Os resultados apresentados são decorrentes do uso de uma abordagem geográfica na perspectiva do Sistema Ambiental Urbano, integrada à análise espacial e às técnicas de geoprocessamento, a qual se configurou como uma importante estratégia de investigação científica, ao

reunir e analisar informações ambientais, sociais e territoriais. Essa integração possibilitou a identificação de diferentes níveis de vulnerabilidade socioambiental na cidade de Manaus, fornecendo componentes para auxiliar na formulação de políticas públicas mais eficazes. Além disso, essa abordagem contribui para melhorar a compreensão do ordenamento territorial da cidade, além de orientar as ações voltadas à redução dos riscos de desastres, favorecendo a construção de uma cidade mais resiliente.

A importância da metodologia do Sistema Ambiental Urbano (SAU) pode ser confirmada em virtude de ter proporcionado a integração com diversos temas e variáveis, oferecendo a possibilidade de enriquecer cada vez mais os trabalhos e, assim, contribuir para a evolução científica e social, ao trazer respostas e apresentar soluções sobre determinada realidade pesquisada.

O emprego das técnicas de geoprocessamento na aquisição do índice de vulnerabilidade proporcionou a incorporação de técnicas para transformar grande volume de dados em informações claras sobre determinado fenômeno ou temática. A associação dessas técnicas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui uma excelente ferramenta de processamento e gestão de dados.

As limitações das pesquisas referem-se ao período e a disponibilidade de dados de ocorrências de desastres, bem como dos dados da taxa de desemprego e renda. Os dados de ocorrências, bem como sua espacialidade, não foram disponibilizados pela Defesa Civil de Manaus. Embora tenham sido realizadas várias tentativas de obtenção dos dados, a instituição não os disponibilizou, demonstrando, assim, pouca transparência. Apenas foram utilizados os dados dos anos de 2010 e 2011 que foram incorporados aos levantamentos do SGB em 2012 e estão disponíveis no site da instituição. As taxas do indicador trabalho com referência ao desemprego podem não representar fielmente a realidade de todas as partes da cidade, enquanto à renda, não foi possível utilizar dados mais recentes do censo de 2022, por ainda não estarem disponíveis.

As futuras pesquisas poderão incorporar mais indicadores sociais, econômicos e ambientais, como variáveis que representem perigo como os índices pluviométricos e a proximidades das residências com áreas de encostas, áreas de inundações e alagamento. Além da redefinição da escala de análise, que poderá ser melhorada ao adotar os setores censitários do IBGE como unidade espacial de referência dos dados, buscando, assim, maior aproximação com a realidade e maior precisão na caracterização espacial ou precisão na localização dos fenômenos, uma vez que nesta pesquisa foram utilizados os dados em nível de bairros.

Por meio da pesquisa, foi possível concluir que a vulnerabilidade socioambiental de Manaus e as limitações na gestão dos riscos por parte do poder público são elementos que influenciam diretamente no aumento das ocorrências de desastres na cidade, uma vez que a vulnerabilidade da população, associada ao grande número de setores de risco, aumenta a probabilidade de ocorrências de desastres. Torna-se, portanto, necessária a implementação de políticas públicas destinadas a diminuir a vulnerabilidade e melhorar a infraestrutura e o saneamento básico.

Esta tese demonstrou que a compreensão das áreas de risco em Manaus requer uma abordagem integrada entre os componentes físicos, sociais e institucionais do espaço urbano. A utilização do Sistema Ambiental Urbano, associada às técnicas de geoprocessamento e à análise espaço-temporal, permitiu melhorar a interpretação da dinâmica das áreas de risco e da vulnerabilidade socioambiental por meio de diversos mapas temáticos que, juntos, contribuem, para oferecer melhores subsídios para o planejamento urbano e a gestão de riscos. Dessa forma, a pesquisa amplia o conhecimento sobre a dinâmica das áreas de risco em cidades amazônicas e fornece instrumentos que podem contribuir para a atuação de diversas secretarias na implementação de políticas públicas voltadas à redução dos desastres e ao fortalecimento da resiliência urbana.

A construção do índice de vulnerabilidade socioambiental não tem apenas caráter diagnóstico, mas também representa uma ferramenta estratégica para melhorar a análise espacial de um determinado espaço ao identificar e caracterizar as condições sociais e ambientais desses espaços. Apoiando dessa forma, o planejamento territorial ao identificar padrões espaciais, à governança e à formulação de políticas públicas, especialmente em regiões como a Amazônia, onde a desigualdade social é um elemento marcante nos espaços urbanos.

Portanto, trata-se de um instrumento que apoia a discussão sobre a temática de vulnerabilidade social e ambiental no meio urbano na região, além de apresentar uma nova perspectiva de gestão de desastres, focada em reduzir a curto, médio e longo prazos a vulnerabilidade, e não apenas no enfrentamento dos perigos, uma vez que os perigos não podem ser completamente eliminados. A vulnerabilidade, por sua vez, constitui um elemento central que influencia os riscos e a exposição das pessoas, devendo, portanto, constituir um dos principais focos das políticas de redução de riscos.

REFERÊNCIAS

ANDRETTA, Elton Rodrigo; LADEIRA, Luiz Felipe Brandão; SANTOS, Jessica Muniz; LIMA, Raimundo Humberto Cavalcante. **Mapeamento das Áreas de Risco no Bairro Gilberto Mestrinho, Zona Leste de Manaus – AM**. Serviço Geológico do Brasil–CPRM/Manaus, 2009. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/1152/1/ar_andretta_mapeam.pdf. Acesso em: 07 de outubro. 2023.

AGÊNCIA PÚBLICA. **Por que muitas capitais brasileiras ainda não têm planos contra mudanças climáticas**. Disponível em <https://apublica.org/2024/08/1-641-municipios-no-pais-tem-risco-a-chuvas-alto-ou-muito-alto-o-que-cabe-aos-prefeitos/>. Acesso em 20/9/2024

ALEIXO, Natacha Cintia Regina; PAULA, Lídia Barbosa Cardoso de. **Precipitação Pluvial e Episódios Intensos na Cidade de Manaus - AM**. Revista Ciência Geográfica, v. 27, p. 878-894.

BANCO MUNDIAL. Medida de pobreza multidimensional. Disponível em https://www-worldbank-org.translate.goog/en/topic/poverty/brief/multidimensional-poverty-measure?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=tc. Acesso em 28 de setembro de 2025.

BANCO MUNDIAL-worldbank. **Assessing the Impact of the 2017 PPPs on the International Poverty Line and Global Poverty**. Disponível em <https://documents1.worldbank.org/curated/en/353811645450974574/pdf/Assessing-the-Impact-of-the-2017-PPPs-on-the-International-Poverty-Line-and-Global-Poverty.pdf>. Acesso em 26/05/2023

BARBOSA, Fellipe Costa. **Solo criado: estudo sobre o processo de verticalização em Manaus – AM**. 2021. 141 p. Dissertação. Programa de pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2021.

BATISTA, Daiane Cardoso Lopes; VIEIRA, Antônio Fábio Sabbá Guimarães; MARINHO, Rogério Ribeiro. **Uso do "Google Earth Pro" no mapeamento de voçorocas na área urbana de Manaus (AM), Brasil**. Geosaberes, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-12, jan./abr. 2019.

BECKER, K. B. e STENNER, C. **Um futuro para a Amazônia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 1. Ciência, Tecnologia e Inovação na Formação da Amazônia. Disponível em <https://ebooks.ofitexto.com.br/epubreader/um-futuro-para-amaznia>. Acesso em 8 de julho de 2023

BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos; BRETAS, Nazaré Lopes. **Infraestrutura de Dados Espaciais e Participação Cidadã**. In: MOURA, Ana Clara Mourão. Org. **Tecnologias**

da Geoinformação para Representar e Planejar o Território Urbano. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2016

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.** Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em 10 de dezembro de 2025.

BRASIL. Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Brasília, DF 29 de dezembro de 2009.

Brasil. LEI Nº 12.527, DE 18 DE NOVEMBRO DE 2011. Lei de acesso a informações Brasília, 18 de novembro de 2011. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm. Acesso em 2 de fevereiro de 2026.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Instrução Normativa - nº 1, de 24 de agosto de 2012.** Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em 17 de junho de 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional-MDR. Planejamento Estratégico Integrado - PEI MIDR 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/planejamento-estrategico-institucional>. Acesso em 29 de julho de 2023.

BRASIL. Casa Civil. Secretaria Especial de Articulação e Monitoramento. Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR. **Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais.** Brasília, 2023b

BRASIL. **Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024. Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 jun. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/114904.htm. Acesso em: 20 jul. 2025

BRASIL. **Suframa e Zona Franca de Manaus completam 57 anos de contribuições econômicas, sociais e ambientais ao Brasil.** Disponível em <https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/noticias/suframa-e-zona-franca-de-manaus-completam-57-anos-de-contribicoes-economicas-sociais-e-ambientais-ao-brasil>. Acesso em 22/05/2024b

BRASIL. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional- MDR. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Brasília, 2025.

CAMPOS, Fábio Luiz Mação. **Panorama do uso de geotecnologias e de bases cartográficas nos municípios do Espírito Santo, Brasil**. Geografia, Vitória, v. 2, n. 35, p. 304–327, dez. 2022. DOI: 10.47456/geo. v2i35.38054.

CARMO FILHO, Odemar José Santos do. **Análise da vulnerabilidade socioambiental na Bacia Hidrográfica Urbana da Boa Vista, Manaus, AM**. 2025. 321f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2025.

CARMO FILHO, Odemar José Santos de; ALBUQUERQUE, Andréa Rebelo da Cunha; OLIVEIRA, Jean Claudio Campos. **Bacias hidrográficas urbanas: O reflexo da precarização do saneamento em Manaus, Amazonas – Brasil**. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 15, n. 2, p. 70–93, 2021. DOI: 10.5216/ag. v15i2.64877.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus. **Clima das Regiões Brasileiras e Variabilidade Climática**. 1. ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Aspectos técnicos dos extremos geo-hidrológicos no país e as diferenças regionais**. Coordenação: Osvaldo Luiz Leal de Moraes. São José dos Campos: CEMADEN, 2022. 183 p. Disponível em <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7682/1/E-book%20-%20Aspectos%20t%C3%A9cnicos%20dos%20extremos%20geo-hidrol%C3%B3gicos%20no%20pa%C3%ADs%20e%20as%20diferen%C3%A7as%20regionais.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2025.

CORRÊA, Milena Gomes. **Mapeamento de Áreas Com Risco de Inundação Nas Imedições de Manaus - AM**. 2022. 51 p. Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade de São Paulo Instituto de Geociências, São Paulo, 2022.

COSTA, Marco Aurélio. A Trajetória do Índice de Vulnerabilidade Social: histórico e perspectivas. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Brasília, n. 30, p. 135-111, jul./dez. 2023. Disponível em <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/12891>. Acesso em 30 de setembro de 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/brua30art12>.

COSTA, Reinaldo Corrêa; RODRIGUES, Tiago Fonseca. **Áreas de risco na região metropolitana de Manaus**. In: COSTA, Reinaldo. (org.) **Riscos, fragilidades e problemas ambientais urbanos em Manaus**. Manaus: Editora INPA, 2017.

COSTA, Reinaldo Corrêa; CASSIANO, Karla Regina Mendes; CRUZ, Denise Rodrigues. **Áreas de risco em Manaus – Inventário preliminar**. Observatório de la Economía Latino-americana, 2009.

CUNHA, Paulo R. C.; GONZAGA, Flávio G.; COUTINHO, Luiz F. C.; FEIJÓ, Flávio J. **Bacia do Amazonas**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 47–55, 1994. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/580>. Acesso em: 2 de março de 2023

CUNICO, Camila; LUCENA, Daisy Beserra.; MOURA, Marcelo de Oliveira. **Vulnerabilidade Socioambiental e Risco de Desastre Por Inundações no Estado da Paraíba, Brasil: Socio-Environmental Vulnerability And Disaster Risk By Flooding In Paraíba State, Brasil**. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 42, n. 01, 2022. DOI: 10.5216/bgg.v42.71324

DANTAS, Rebeca Teixeira; COSTA, Reinaldo Corrêa. **Riscos e vulnerabilidades associados à dinâmica socioambiental no Bairro Nova Cidade, Manaus – AM**. In: COSTA, Reinaldo Corrêa. **Riscos, fragilidades e problemas ambientais urbanos em Manaus**. Editora INPA. Manaus, 2017.

D'ÁVILA JUNIOR, Jânio Célio Matos; VIEIRA, Antonio Fábio Sabbá Guimarães. **Padrões pluviométricos da Cidade de Manaus-AM: 1986 a 2015**. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, v. 1, n. 102, p. 1-20, dez. 2019.

Development Economics Data Group. **Gini index**. Disponível em https://data360files.world-bank.org/data360-data/metadata/WB_WDI/WB_WDI_SI_POV_GINI.pdf. Acesso em 28 de setembro de 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Os 50 anos da Organização Meteorológica Mundial**. Disponível em: <https://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/artigos/omm-50.html>. Acesso em 20/08/2024

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE-ESRI. **Função Densidade de Kernel**. Disponível em <https://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/analyze/kernel-density-global-function.htm>. Acesso em 12/10/2023.

FARIAS, Ariadne; MENDONÇA, Francisco de Assis. **Riscos socioambientais de inundação urbana sob a perspectiva do Sistema Ambiental Urbano**. Sociedade & Natureza, [S. l.], v. 34, n. 1, 2022. DOI: 10.14393/SN-v34-2022-63717. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/63717>. Acesso em: 12 fevereiro de 2024.

FARIAS, Ariadne; MENDONÇA, Francisco de Assis. **Modelagem e mapeamento de áreas de perigo de inundação urbana na cidade de Francisco Beltrão (Brasil)**. Physis Terra -

Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, Guimarães, Portugal, v. 1, n. 1, p. 73–91, 2019. DOI: 10.21814/physisterrae.405.

FARIAS, Ariadne. **Inundações urbanas em Francisco Beltrão/PR: riscos e vulnerabilidades socioambientais**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/66322> Acesso em: 07 set. 2021. »<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/66322>.

FERNANDES, Miriliane Judite Dos Santos. **Chuvas extremas e seus impactos socioambientais no espaço urbano de Manaus (Am): 1986 a 2015**. 2017. 114 p. Dissertação (Mestre em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-Am, 2017.

FIGUEIREDO, Agnaldo. **Tópicos: história do Amazonas**. Editora Grafisa. Manaus, 2017.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008 <https://ebooks.ofitexto.com.br/epubreader/geoprocessamento-sem-complicacao>

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ª edição, ampliada e atualizada. 3ª. ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2011. 128p

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Oficina de textos. São Paulo, 2008.

FORTES, Mircia. Ribeiro. **Planejamento ambiental urbano em microbacia hidrográfica: Uma introdução ao tema**. In: Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque. (Org.). Contribuições Teórico-Metodológicas da Geografia Física. 1ed. Manaus: EDUA, 2010, v. 1, p. 193-220.

FROTA FILHO, Armando Brito da; ABREU, Nádia Rafaela Pereira.; VIEIRA, Antônio Fábio Guimarães. **Processo de voçorocamento e feições secundárias: um estudo de caso em Manaus-AM**. Caminhos de Geografia. v. 21, n. 74. Uberlândia-MG, 2020. p. 313–323

GONÇALVES, Luiz Fernando Hansen; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Movimentos de massa na cidade**. In GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

Google Earth Pro Versão 7.3.7 gratuita. **Vista aérea de Manaus**. Imagem Airbus 10/02/2026.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MENDONÇA, Jane Karina silva. **Erosão dos solos e a questão ambiental**. In: VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

HERNÁNDEZ, Richard Alberto Hernández Vargas. **Guía municipal para la gestión del riesgo**. Ministério do Interior y de Justicia. A Direção de Gestão de Risco. Projeto de Assistência Técnica em Gestão del Riesgo a Nivel Municipal y Departamental en Colombia. Bogotá, 2010.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira-INEP. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb>. Acesso em 29 de setembro de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **População no último Censo** (2022). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Acesso em 3 de maio de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População em Áreas de Risco no Brasil**. População em áreas de risco no Brasil. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pedologia por Estado: Amazonas (2010)**. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoesambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/am_pedologia.pdf. Acesso em 19 de setembro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/25089-censo-19916.html?edição=25091>. Acesso em 3 de março de 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. **Gráfico climatológico de Manaus-Am**. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/AM/8233>. Acesso em 28 de março de 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA-IPEA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Topodata: **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

LAJO, Alexandre Augusto Moreira. **Geoprocessamento em Áreas Urbanas**. In PARANHOS FILHO, Antônio Conceição *et al.* **Geotecnologias Para Aplicações Ambientais**. Uniedu Sul.PR. Maringá, 2021.

LEAL, Fernanda Cláudia Barboza da Silva; BARBOSA, Ioná Maria Beltrão Rameh; AQUINO, Joás Tomaz de. **Mapeamento de áreas vulneráveis à inundação com uso do SIG e da análise multicritério: o caso da bacia hidrográfica do Rio Una em Pernambuco.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, v. 9, n. Especial, p. 20-40, 2020.

LIMA, Marcos Castro de Sousa, Isaque dos Santos Lima, Susane Patrícia Melo de. **Metamorfose Urbana: Manaus da Civilização de Palha à MetrÓpole Indutora do Processo de Metropolização na Amazônia Ocidental Brasileira.** Encontro Nacional da ANPEGE, v. 1, p. 1-22, 2021.

LIMA, Marcos Castro de. **A Cidade, o Urbano e o Rio na Amazônia.** Revista ACTA Geográfica, ANO II, nº3, jan./jun. de 2008. p.107-117.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica.** Tradução: André Schneider, Eliseu José Weber, Heinrich Hasenack, Jugurta Lisboa Filho, Luis Cavalcanti da Cunha Bahiana, Paulo Roberto Fitz. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

LOUREIRO, Hugo Alves Soares; FERREIRA, Stella Mendes. **Papel das geotecnologias no estudo de feições erosivas e de movimentos de massa no Brasil.** In: GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (org). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

MACENA, LILA SIGRID LEMOS. **Áreas de Risco nas Bacias Hidrográficas Urbanizadas de Manaus.** Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Ciências Humanas e Letras da Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Manaus, 2016

MACENA, Lila Sigrid Lemos; COSTA, Reinaldo Correa. **Identificação das Áreas de Risco na Porção Oeste da Bacia Hidrográfica do Puraquequara, Manaus – AM.** Revista Geonorte, [S. l.], v. 5, n. 23, p. 467–472, 2014.

Mapa Biomas – **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2022** – Coleção 8. Disponível em https://brasil.mapbiomas.org/wpcontent/Áreas-Urbanas-4/2023/10/Brasil_31.10_v2.pdf. Acesso em 10/07/2023.

MARENGO, José. Antônio.; NOBRE, Carlos. **Clima da região amazônica.** In: CAVALCANTI, Iracema F. A. *et al.* **Tempo e clima no Brasil.** Oficina de Textos. São Paulo, 2009

MARQUES, Mara Lúcia; SILVA, Maurício Corégio da; CAMARGO, Danilo Mangaba de. **Análise Geoespacial no Mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental em Campinas, SP.** Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 69, n. 9, 2018. DOI: 10.14393/rbcv69n9-44081

MENDONÇA, Francisco de Assis; OSCAR JUNIOR, A. C. S.; GOMES, H. S.; SHULTZ, J. P. **Emergência climática: desafios e oportunidades no campo do ensino da Geografia**. REVISTA DA ANPEGE, v. 18, p. 713-739, 2022.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Riscos Híbridos - Concepções e Perspectivas Socioambientais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. v. 1. 158p

MENDONÇA, Francisco; LIMA, Myrian Del Vecchio de. **A cidade sob o enfoque socioambiental: Curitiba e região metropolitana como lócus de uma abordagem interdisciplinar da urbanização em vista da relação sociedade -natureza**. In: Mendonça, Francisco; Lima, Myrian Del Vecchio de. **A cidade e os problemas socioambientais urbanos**. Série pesquisa, n. 376. Ed. UFPR. Curitiba, 2020.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Riscos climáticos - Vulnerabilidade e resiliência associados**. 1. ed. Jundiaí - SP: Paco Editorial, 2014. v. 1. 388p

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática**. Mercator, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153 a 163. Dez 2010. ISSN 1984-220. DOI: 10.4215/RM 2010.0901. 0010

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia, Geografia Física e Meio Ambiente: Uma reflexão a partir da problemática socioambiental urbana**. Revista da ANPEGE, v. 5, p. 123-134, 2009

MENDONÇA, Francisco de Assis; LEITÃO, Sanderson Alberto Medeiros. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos**. GeoTextos. S. l. v. 4, 2009. DOI: 10.9771/1984-5537 geo.v4i0.3300

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

MENDONÇA, Francisco de Assis. e KOZEL, Salete. **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Editora da UFPR, Curitiba. 2002

MESQUITA, Otoni Moreira de. **Manaus: História e Arquitetura 1669 a 1915**. 4ª ed. Manaus: Editora Valer, 2019.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR. **Aspectos técnicos dos extremos geo-hidrológicos no país e as diferenças regionais**. 2022. São José dos Campos-SP. Curso da escola virtual do governo. Disponível em <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7682>.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Instrução Normativa Nº 01, DE 24 DE AGOSTO DE 2012. **Dos Critérios Para Decretação de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública.** Disponível em: https://cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf

MOLINARI, Deivison Carvalho. Intervenções públicas em áreas de risco a voçorocamento na cidade de Manaus (AM). **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, [s. l.], v. 6, n. 01, p. 04–30, 2024. DOI: 10.46551/rvg 26752395202410430

MOLINARI, Deivison Carvalho. **Vulnerabilidade Ambiental em Áreas de Risco à Voçorocamento em Manaus (AM).** Orientador: Antônio Fábio Sabbá Guimarães Vieira. 2023. 455 p. TESE (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2023.

MOLINARI, Deivison Carvalho. **Áreas de risco a voçorocamento em Manaus/AM: uma contribuição para a Geografia Ambiental.** AMBIENTES. Volume 4, Número 2, pp.15-70., 2022.

MOLINARI, Deivison Carvalho; VIDAL, Karoliny Felix; MACEDO, Olivaldo Patricio Costa. **Uso de Geotecnologias Aplicadas à Delimitação de Áreas de Risco a Voçorocamento em Manaus (Amazonas).** Cadernos de Geografia. PUC/Minas Gerais. Vol. 25, n. 43, pp. 192-205, 2015.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL-OMM. **State of the Global Climate 2023.** Disponível em: [https://library.wmo.int/viewer/68512/download?file=1316 Statement 2022_es.pdf type=pdf navigator=1](https://library.wmo.int/viewer/68512/download?file=1316%20Statement%202022_es.pdf&type=pdf&navigator=1). Acesso em 3 de junho de 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **POBREZA.** Centro de Informações Para Europa Ocidental. Disponível em <https://unric.org/pt/eliminar-a-pobreza/>. Acesso em 16/09/2024

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **Global Sustainable Development Report 2023.** Times of Crisis, Times of Change: Science for Accelerating Transformations to Sustainable Development. Nova Iorque, 2023

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **The Sustainable Development Goals Report 2022.** Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf>. Acesso em 26 de maio de 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **ONU pede maior cooperação internacional para combater desastres naturais.** Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2020/10/1729402>. Acesso em 12/02/2024

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction.** Sustainable development: disaster risk reduction. **Seventy-first session.** Disponível em <https://www.preventionweb.net/publication/report-open-ended-intergovernmental-expert-working-group-indicators-and-terminology>. Acesso em 13 de abril de 2023.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS ASSENTAMENTOS HUMANOS (ONU-HABITAT). **Enviaging the Future of Cities.** Disponível em https://unhabitat.org/sites/default/files/unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf. Acesso em 12 de maio de 2023.

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais- Rede Clima. A Portaria institui a REDE-CLIMA. Disponível em <https://redeclima.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2017/03/portaria-728.pdf>. Acesso em 23 junho de 2024

RÁDIO RIOMAR FM. **Manaus tem 52 mil moradias em áreas de risco, afirma secretário de habitação.** Disponível em: <https://radioriomarfm.com.br/manaus-tem-52-mil-moradias-em-areas-de-risco-afirma-secretario-de-habitacao/>. Entrevista de Bruno Elander, 25 de janeiro de 2024. Acesso em 23 de junho de 2024.

RODRIGUES, Tiago Fonseca; COSTA, Reinaldo Corrêa. **Geomorfologia Urbana e Riscos em Manaus (AM).** Revista Geonorte, [S. l.], v. 5, n. 18, p. 35–40, 2014.

ROSA, Roberto. Análise Espacial em Geografia. **Revista da ANPEGE- Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia**, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011.

SANTANA, Gabriele Figueira. **Análise da vulnerabilidade socioambiental e os riscos de inundação no alto curso da Bacia do Mindu, Manaus-AM. 2024.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2024.

SANTOS, Carlos Antônio Costa dos; Satyamurty, Prakki; Santos Edilane Mendes dos. **Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus/AM.** Acta Amazônica. 42: 329-336. 2012.

SANTOS, Cezar Clemente Pires Dos; REIS, Alex; GARCIA, Giacobbo; ROSIN, Jeane, Aparecida Rombi de Godoy; MANOEL, Lemes da Silva Neto. **O uso de geotecnologias para mapeamento de eventos causadores de desastres naturais associados à dinâmica fluvial em áreas de risco.** In: Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo, 2020, São

Paulo/Lisboa. XII Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo. Barcelona: DUOT, 2020. v. 12.

SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira**. 5.ed.6, reimpr. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2023.

SANTOS, Milton. *Pensando no espaço do homem.*: EDUSP. São Paulo, 2009. 367p.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. 16. ed. Record. Rio de Janeiro, 2008.

SARGES, Rozeane Ribeiro e SILVA, Telma Mendes da e RICCOMINI, Claudio. **Caracterização do relevo da região de Manaus, Amazônia Central**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 12, n. 1, p. 95-104, 2011.

SOUZA, Antonio Gilmar Honorato de; MODESTO, Filipe; JORGE, Marcelo de Queiroz; LISBOA, Tomás de Miranda. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Manaus - AM. [S. l.]: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2024. 1 mapa, color. Escala 1:95.000. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24765>. Acesso em dezembro de 2024.

SAUSEN, Tania Maria; LA Cruz, Maria Silvia Pardi (Org). **Sensoriamento Remoto Para Desastres**. Oficina de textos. São Paulo, 2015.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-SGB. **Mapeamento das áreas de risco geológico da zona urbana de Manaus (AM)**. Manaus: CPRM, 2012. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22021>. Acesso em 20 de agosto de 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL SGB. **Mapeamento das Áreas de Risco Geológico da Zona Urbana de Manaus (Am)**. 2019. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/22021.2>. Acesso em 11 de agosto de 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL- SGB. **Carta Estratigráfica - Folha SA.20-Z-D Manaus (2014)**. Bacia do Amazonas. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17771>. Acesso em 12 de maio de 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-SGB. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Manaus - AM 2024**. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24765>. Acesso em 12/05/2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-SGB. **Cartografia de risco geológico: atualização de mapeamento: Manaus – AM**. PEDRAZZI, Anselmo de Carvalho; SOUZA, Antonio Gilmar

Honorato de; JESUS, Denilson de; ANDRETTA, Elton Rodrigo; MARMOS, José Luiz; LANA, Julio Cesar; GARCINDO, Lucas Balsini; OLIVEIRA, Marco Antonio de; LUZARDO, Rene. Cartografia de risco geológico: atualização de mapeamento: Manaus - AM. Manaus: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, ago. 2025.

SILVA, José Adriano Santos da. **Uso de geotecnologias para gestão de desastres naturais hidrológicos: estudo de caso do bairro Coelhos, Recife-Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2023.

SILVA, Gabriela Mendonça da; VIEIRA, Antônio Fábio Guimarães; Alves, André Campos. **Análise da ocupação da terra em área de risco: um estudo de caso no bairro Nova Cidade, Manaus-AM**. Caderno De Geografia. Belo Horizonte, v.33, n.72, p.93-110, jan./mar. 2023.

SILVA, Gabriel Amorim Thaumaturgo da; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Recuperação de áreas degradadas por voçorocas: identificação das técnicas utilizadas no ano de 2023, a partir do Google Acadêmico**. Revista Ciência Geográfica, v. 28, p. 472-486, 2023

SOUZA, Marcelo. **Os conceitos de planejamento urbano e gestão urbana (Parte I)**. In: **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, Rio de Janeiro. 560p

LIMA, Marcos Castro de. **Quando o amanhã vem ontem: a institucionalização da Região Metropolitana de Manaus e a indução ao processo de metropolização do espaço na Amazônia Ocidental**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS -PMM. **Plano de Ação Climática da Cidade de Manaus de 2025: Manaus pelo Clima, proteção dos rios, floresta e cidade**. Disponível em <https://www.manaus.am.gov.br/semmas/plano-de-acao-climatica-de-manaus/>. Acesso em 17 de janeiro de 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS -PMM. **Plano de contingência de proteção e defesa civil-Plancon 2024**. Disponível em <https://www.manaus.am.gov.br/semcom/pautas/coletiva-imprensa-plano-de-contingencia-municipal/>. Acesso em 12 de janeiro de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Disponível em https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/casacivil/ugpm_agua/pmsb2014/PLANOMUNCIPALDESANEAMENTOBASICO2014.pdf. Acesso em 3/12/2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Código Ambiental do Município de Manaus ou Lei N. 605, de 24 de julho de 2021.** Disponível em <https://www.manaus.am.gov.br/sem-mas/wp-content/uploads/sites/26/2023/07/minuta-do-novo-coigo-ambiental-de-manaus-2021.pdf>. Acesso em 13 de dezembro de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **LEI COMPLEMENTAR Nº 2, DE 16 DE JANEIRO DE 2014: DISPÕE sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.** Disponível <https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/lei-complementar/2014/1/2/lei-complementar-n-2-2014-dispoe-sobre-o-plano-diretor-urbano-e-ambiental-do-municipio-de-manaus-e-da-outras-providencias>. Acesso em 10 de dezembro de 2025.

Unidade Gestora de Projetos Especiais -GPE. **Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (Prosamim)2025.** Disponível em <https://www.ugpe.am.gov.br/programas/prosamim/>. Acesso em 10 de junho de 2025

United Nations Development Programme (UNDP). O que é o IDH. Disponível em <https://www.undp.org/pt/brazil/desenvolvimento-humano>. Acesso em 26 de setembro de 2025.4

United Nations Development Programme (UNDP). O que é o IDHM? Disponível em [https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-e-o-idhm#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20Municipal%20\(IDHM\),pr%C3%B3ximo%20de%201%2C%20maior%20o%20desenvolvimento%20humano](https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-e-o-idhm#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano%20Municipal%20(IDHM),pr%C3%B3ximo%20de%201%2C%20maior%20o%20desenvolvimento%20humano). Acesso em 28 de setembro de 2025.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (2024). **Forensic Insights for Future Resilience, Learning from Past Disasters.** Geneva. Disponível em: <https://www.undrr.org/media/100220/download?startDownload=20250118>. Acesso em 20 de junho de 2024.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (2023). **GAR Special Report: Measuring Resilience for the Sustainable Development Goals.** Geneva. Disponível em <https://www.undrr.org/media/88718>. Acesso em 10 outubro de 2023

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (2022). **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future.** Geneva. Disponível em <https://www.undrr.org/media/79595/download?startDownload=20250118>. Acesso em 10 de outubro de 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Sendai, Japan: UNDRR, 2015. 37 p. Disponível em <https://www.undrr.org/media/16176/download?startDownload=20260628>. Acesso em 20 de julho de 2023.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. **Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction**. 2016. Disponível em https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportenglish.pdf. Acesso em 12 de outubro de 2023.

VIEIRA, A. F. S. G. FROTA FILHO, A. B. da. Avaliação das técnicas de monitoramento de voçorocas: o exemplo da Região Metropolitana de Manaus-AM, na região amazônica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 24, n. 00, 2023. DOI: 10.20502/rbgn.v24i00.2302.

VIEIRA, Rita Marcia da Silva Pinto; TOMASELLA, Javier; CUNHA, Ana Paula Martins do Amaral; BARBOSA, Alexandre Augusto; POMPEU, JOÃO; FERREIRA, YARA; SANTOS, FABRÍCIA CRISTINA; ALVES, LINCOLN MUNIZ; OMETTO, JEAN. **Socio-Environmental Vulnerability to Drought Conditions and Land Degradation: An Assessment in Two Northeastern Brazilian River Basins**. *Sustainability Image*, v. 15, p. 8029, 2023.

VIEIRA, Antônio Fábio Sabbá Guimarães; ABREU, Nádia Rafaela Pereira. **Histórico das Voçorocas em Manaus-Amazonas-Brasil**. *REVISTA GEONORTE*, [S. l.], v. 5, n. 18, p. 41–45, 2014.

VIEIRA, Antônio Fábio Sabbá Guimarães. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. Tese de Doutorado. Florianópolis: PPGE/UFSC, 2008.

VIEIRA, Viviane Torres; CUNHA, Sandra Baptista da. **Mudanças na Rede de Drenagem**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.