

RISCO SOCIAL FRENTE ÀS INUNDAÇÕES EM MARABÁ: UM ESTUDO DE CASO COM BASE EM INDICADORES SOCIAIS

Marlisson Lopes de Araújo¹
Milena Marília Nogueira de Andrade²

RESUMO

O presente artigo analisou a vulnerabilidade social frente às inundações no perímetro urbano de Marabá (PA), considerando indicadores de população total e renda domiciliar como parâmetros de risco. Apoiada na metodologia proposta por Szlafsztein et al. (2010) e Andrade e Szlafsztein (2018), a pesquisa utilizou dados do Censo Demográfico do IBGE (2010/2022) organizados em escala de setores censitários e processados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG/QGIS). O mapeamento revelou desigualdades intraurbanas que intensificam a exposição da população a desastres naturais, sobretudo em áreas ribeirinhas de maior suscetibilidade. Os resultados indicam que, dos 265 setores censitários analisados, a maior parte da população encontra-se em situação de alta vulnerabilidade social, especialmente nos núcleos Marabá Pioneira e Cidade Nova, onde se observa a sobreposição entre baixa renda, adensamento populacional e localização em áreas de risco. Em contrapartida, núcleos como Nova Marabá apresentam condições socioeconômicas relativamente melhores, ainda que com locais de vulnerabilidade em áreas periféricas. Esses dados demonstram que a vulnerabilidade em Marabá é produto da combinação entre fatores socioeconômicos, padrões de ocupação urbana e características físico-ambientais, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas ao planejamento urbano. Conclui-se que a análise espacial da vulnerabilidade social constitui instrumento estratégico para a mitigação de riscos e a promoção da justiça socioambiental.

Palavras-chave: Vulnerabilidade social, risco de inundação, geografia urbana, Marabá, Amazônia.

ABSTRACT

This article analyzed social vulnerability to flooding in the urban perimeter of Marabá (PA), considering total population and household income indicators as risk parameters. The research was based on the methodology proposed by Szlafsztein et al. (2010) and Andrade and Szlafsztein (2018), using data from the Demographic Census conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2010/2022), organized at the census sector scale and processed in a Geographic Information System (GIS/QGIS) environment. The mapping revealed intra-urban inequalities that intensify the population's exposure to natural disasters, particularly in floodplain areas of greater susceptibility. The results show that, among the 265 census sectors analyzed, most of the population is in conditions of high social vulnerability, especially in the Marabá Pioneira and Cidade Nova districts, where low income, high population density, and location in flood-prone areas overlap. Conversely, districts such as Nova Marabá present relatively better socioeconomic conditions, although pockets of vulnerability remain in peripheral areas. These findings demonstrate that vulnerability in Marabá results from the combination of socioeconomic factors, patterns of urban occupation, and physical-environmental characteristics,

¹ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO da Universidade Federal do Pará-UFPA, marlissonlopes20@gmail.com.

² Coautor e professor Orientador: Profª Drª Milena Marília Nogueira de Andrade- Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA- Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO-UFPA, milena.andrade@ufra.edu.br.

reinforcing the need for public policies aimed at inclusive urban planning. It is concluded that the spatial analysis of social vulnerability constitutes a strategic tool for risk mitigation and the promotion of socio-environmental justice.

Keywords: Social vulnerability, flood risk, urban geography, Marabá, Amazon.

INTRODUÇÃO

Os desastres naturais constituem eventos de grande impacto, capazes de provocar danos físicos e sociais duradouros, comprometendo a infraestrutura e a qualidade de vida das populações afetadas (Alcántara-Ayala, 2002). Entre eles, as ameaças hidrometeorológicas, como temporais, chuvas intensas, tornados, estiagens severas e inundações, têm se tornado mais frequentes, ampliando o potencial de ocorrência de situações de emergência (Tominaga, 2015).

No contexto amazônico, as inundações aparecem como o tipo de desastre mais registrado no Sistema de Informações sobre Desastres Naturais do Brasil (S2ID), frequentemente associadas à decretação de situação de emergência. Em um cenário de mudanças climáticas globais, como o aumento da temperatura decorrente das alterações climáticas, aliado ao crescimento populacional e à expansão urbana, a probabilidade e a intensidade desses eventos tendem a se acentuar, exigindo estratégias de gestão de risco adaptadas às especificidades locais-regionais.

As inundações, fenômenos ligados à dinâmica fluvial e à geomorfologia, tornam-se problemáticas quando as áreas de planície, naturalmente sujeitas ao transbordamento dos rios, passam a ser ocupadas. Em muitos casos, o processo ocorre de forma gradual, resultado de chuvas prolongadas nas bacias hidrográficas (Brasil, 2013). Fatores como intensidade pluviométrica, relevo, declividade, tamanho e forma da bacia, além do gradiente hidráulico do rio, influenciam diretamente a frequência, a tipologia e a dinâmica desses processos (Ministério das Cidades, 2007). Assim, a compreensão e o mapeamento detalhado das áreas suscetíveis são etapas indispensáveis para a formulação de políticas eficazes de prevenção e mitigação de danos.

A cidade de Marabá, situada na confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas, ilustra de forma contundente essa realidade. Seu processo de ocupação acompanhou a dinâmica fluvial típica da região, reproduzindo um padrão comum a várias cidades amazônicas (Trindade Júnior, 2010). A análise histórica evidencia a magnitude do problema: entre 1971 e 2021, a Defesa Civil registrou 41 ocorrências de inundação, com frequência de ultrapassagem da cota de alerta (10 metros) superior a 70% no período de 1972 a 2015 (Bentes, 2018; UFSC; CEPED, 2013; ANA, 2021). As áreas mais afetadas encontram-se próximas às margens, em terrenos de baixa

topografia e declividade, nas planícies de inundação, especialmente entre os meses de janeiro e março (Almeida, 2011; CPRM, 2012; Bentes, 2018).

Registros históricos já apontavam a fragilidade da localização do núcleo urbano. Em 1938, o engenheiro Américo Barbosa, ao visitar a cidade, descreveu-a como um “acampamento a ser levantado quando se avizinhar uma grande enchente” (Almeida, 2011). Décadas depois, a combinação entre pobreza, habitação improvisada, déficit de infraestrutura e ocupação de áreas expostas consolidou territórios marcados pela vulnerabilidade e pelo risco (Almeida, 2010). Os impactos são expressivos: edificações parcialmente ou totalmente submersas, danos estruturais muitas vezes irreversíveis e o deslocamento anual de famílias para abrigos provisórios, frequentemente desprovidos de condições adequadas (Bentes, 2018).

Diante desse contexto, a compreensão detalhada da dinâmica das inundações e a cartografia das áreas de risco no perímetro urbano de Marabá não apenas permitem mensurar a magnitude do problema, mas também fornecem subsídios para a formulação de estratégias de adaptação e redução de vulnerabilidades, contribuindo para a proteção da população e para o planejamento urbano sustentável. Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi analisar a vulnerabilidade social frente às inundações no perímetro urbano de Marabá (PA), considerando os indicadores de população total e renda domiciliar como parâmetros para a avaliação do risco.

Localização

A área de estudo abrange o perímetro urbano de Marabá, situada na porção sudeste do estado do Pará, na Amazônia Brasileira. A cidade encontra-se inserida na região hidrográfica Tocantins-Araguaia, na sub-bacia do rio Itacaiúnas, na margem esquerda do rio Tocantins, e está localizada entre as coordenadas geográficas $5^{\circ}20'08''S/49^{\circ}04'51''O$ e $5^{\circ}44'35''S/49^{\circ}13'50''O$. Apresenta altitude média de 142 metros em relação ao nível do mar e área urbana de aproximadamente 302,115 Km². O acesso à área de estudo pode ser feito pelas rodovias PA-150, BR-222, BR-230 (Transamazônica) e pela vicinal do Rio Preto. A população estimada é de 287.664 habitantes (IBGE, 2022), com densidade demográfica de 15,45 hab/km² (IBGE, 2022), distribuída em cinco núcleos urbanos, duas áreas de expansão e um distrito industrial (Figura 1).

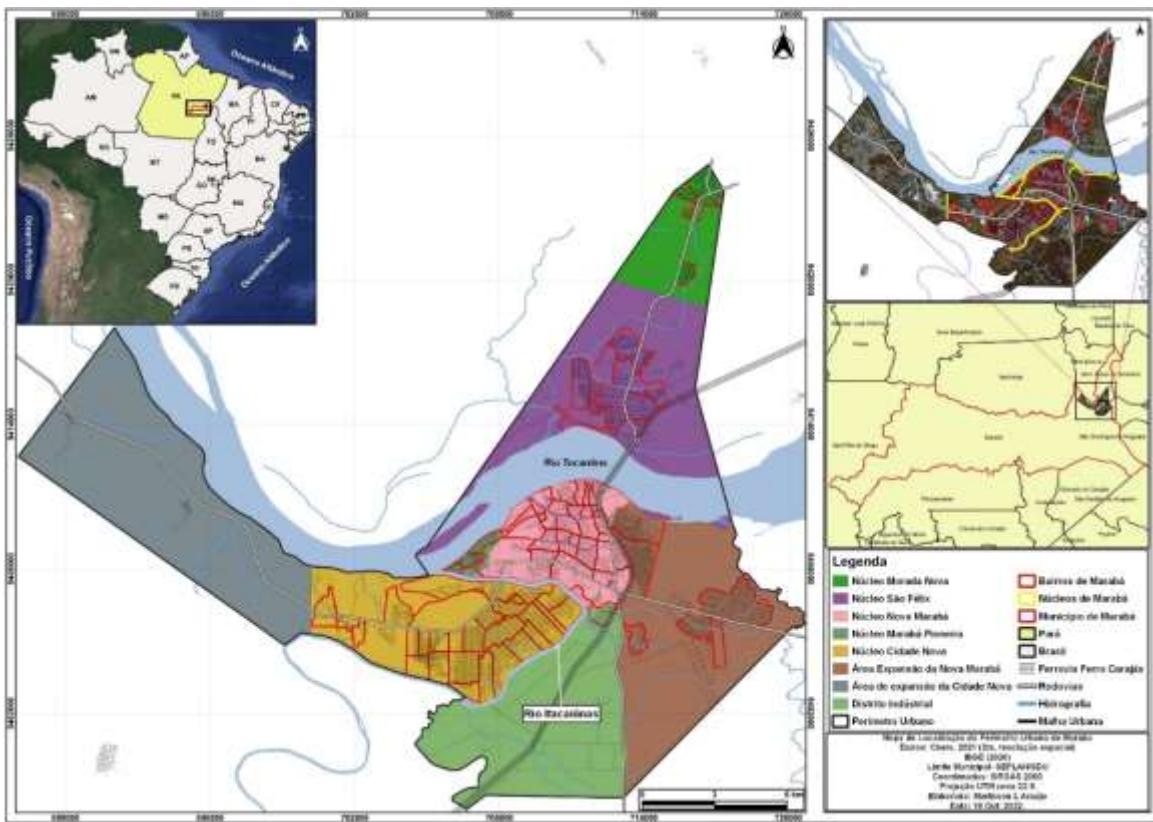


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo/perímetro urbano de Marabá/PA.

Fonte: Elaborado pelo autor.

METODOLOGIA

Mapeamento da Vulnerabilidade

A elaboração do mapeamento da vulnerabilidade social baseou-se na análise de indicadores sociais obtidos a partir de dados secundários do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Essas informações, separadas por setor censitário, apresentam limites geográficos mais precisos e respeitam as divisões político administrativas da área de estudo, o que garante maior confiabilidade dos resultados. Cada setor censitário é identificado por um código numérico de 15 dígitos: UFMMMMMDSDSSS, que representa sequencialmente, a Unidade da Federação (UF), o Município (MMMMM), o Distrito (DD), o Subdistrito (SD) e o Setor (SSSS) (IBGE, 2011).

A utilização dos setores censitários como escala de análise nos permitiu identificar as desigualdades intraurbanas e localizar com maior precisão as áreas de maior vulnerabilidade em relação às variáveis utilizadas, constituindo uma base metodológica sólida para a integração com outros dados (físicos, ambientais) no processo de análise e mapeamento dos riscos.

O perímetro urbano de Marabá é constituído por 265 setores censitários, dos quais 240 são classificados como urbanos e 25 como rurais. Os setores urbanos apresentam

compatibilidade com as escalas cartográficas que variam de 1:4000 a 1:65000, enquanto os setores rurais correspondem as escalas entre 1:5000 e 1:100.000, permitindo uma adequada representação espacial conforme a densidade e a extensão territorial de cada área.

Para o mapeamento da vulnerabilidade social da área de estudo, adotamos os parâmetros metodológicos propostos por Szlafsztein et al. (2010) e Andrade e Szlafsztein (2018), previamente aplicados em estudos voltados à realidade amazônica. Os dados referentes à população total por setor censitário e à renda, utilizados no cálculo do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Variáveis utilizadas para a construção do índice de vulnerabilidade social.

Variáveis	Sigla	Definição	Importância
População Total do Setor	PT	Proporção (%) da população total por setor censitário que corresponde à população do município.	A população que habita locais suscetíveis a algum tipo de ameaça natural, aumenta sua vulnerabilidade (Katayama, 1993).
Nível de Pobreza	P	Proporção da população por setor censitário, correspondente a chefes de famílias com rendimento menor que 2 salários mínimos.	Caracteriza-se pela carência das pessoas ao acesso a recursos, resultando na maioria dos casos na marginalização social, transformando essa parcela da população no alvo principal dos desastres e das mudanças climáticas (Szlafsztein, 1995).

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Szlafsztein et al. (2010).

A elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) baseou-se na formulação proposta por Szlafsztein et al. (2010), com adaptações específicas para atender aos objetivos deste artigo. O cálculo do IVS considerou a soma dos valores atribuídos a duas variáveis representativas de diferentes dimensões da vulnerabilidade, conforme a seguinte expressão:

$$\text{IVS} = (\text{VPT} + \text{VP})$$

Em que:

- VTP = Vulnerabilidade da População Total.
- VP = Vulnerabilidade pelo Nível de Pobreza.

Cada setor censitário foi classificado segundo a soma das vulnerabilidades em baixa (1-3; valor 1), média (4; valor 2), a alta (5-6; valor 3) vulnerabilidade (tabela 1), seguindo a metodologia adaptada de Szlafsztein et al. (2010) e Andrade e Szlafsztein (2018).

Tabela 1: Classificação de vulnerabilidade segundo agrupamento das variáveis sociais por setor censitário.

Vulnerabilidade	Classificação (valor)	População Total	População Pobre
-----------------	-----------------------	-----------------	-----------------

Baixa	1	Até 10%	Até 30%
Média	2	10 a 20%	30 a 50%
Alta	3	Mais de 20%	Acima de 50%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Szlafsztein *et al.* (2010) e Andrade e Szlafsztein (2018)

Após a análise da vulnerabilidade da população total e da renda, os dados foram agrupados e classificados segundo os níveis de vulnerabilidade em baixa, média e alta (tabela 2). A partir da aplicação da fórmula apresentada anteriormente, foi elaborado o mapa síntese de vulnerabilidade social.

Tabela 2 – Classificação da vulnerabilidade dos setores censitários segundo seu grau de Vulnerabilidade social.

Classificação da Vulnerabilidade	Intervalo Calculado do IVS	IVS Total
Baixa	1-3	1
Média	4	2
Alta	5-6	3

Fonte: Adaptado de Szlafsztein *et al.* (2010) e Andrade e Szlafsztein (2018).

REFERENCIAL TEÓRICO

O Risco

O conceito de risco é abordado em diversas áreas do conhecimento, sendo tratado de formas distintas conforme a perspectiva científica adotada. Segundo a literatura internacional, a sociedade está exposta a diferentes tipos de risco, incluindo riscos naturais, tecnológicos, ambientais e sociais. Vivemos em uma sociedade caracterizada pela produção de incertezas, as quais são intensificadas pelas rápidas inovações tecnológicas e pelas respostas sociais aceleradas, configurando uma nova paisagem de risco em âmbito global (Beck, 2011).

A presença do risco na sociedade é evidente, uma vez que, desde o nascimento, os indivíduos estão sujeitos a diversas formas de risco. No dia-a-dia nos expomos constatadamente aos riscos, mesmo nas atividades mais simples, como dormir, acordar, se alimentar, se deslocar ao trabalho, praticar esportes ou viajar (Almeida, 2012). Situações como assaltos, contaminações, inundações e alagamentos ilustram, de forma clara, a exposição diária da população a diferentes ameaças (Júnior e da Silva, 2015).

No contexto do mapeamento de risco, os mesmos são geralmente qualificados por adjetivos, tais como ambiental, social, tecnológico, natural ou biológico, associados a aspectos da segurança pessoal, saúde, condições de habitação, trabalho e transporte, refletindo o cotidiano da sociedade moderna (Castro et al. 2005). A sociedade contemporânea potencializa a ocorrência de riscos por meio do uso de novas tecnologias, que possibilitam uma intervenção

mais intensa sobre a natureza, ocasionando alterações ambientais, sociais e econômicas em escalas local, regional e global.

Em sua obra *Riscos Ambientais e vulnerabilidades nas Cidades Brasileiras*, resultante de sua tese de doutoramento, Almeida (2012) estabelece uma relação intríseca entre os espaços suscetíveis a processos naturais, como as inundações em rios urbanos e suas respectivas bacias hidrográficas e as áreas das cidades que apresentam os piores indicadores sociais e econômicos, bem como menor acesso a serviços de infraestrutura urbana. Esses espaços, progressivamente marcados pela segregação socioespacial, concentram uma parcela significativa da população cujo o baixo poder aquisitivo constitui um fator determinante para a ocupação de áreas expostas aos riscos naturais.

Os teóricos especializados sobre riscos destacam diferentes dimensões conceituais que se complementam na compreensão do fenômeno. Para Castro et al. (2005), os riscos correspondem à probabilidade decorrência de processos no tempo e no espaço, marcados pela não constância e pela indeterminação, de ameaças que afetam direta ou indiretamente a vida humana. Por sua vez, o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastre (UNDRR, 2015) define o risco como o produto entre ameaça, exposição e vulnerabilidade, ressaltando a interação entre os fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais.

De maneira convergente, Röthlisberger et al. (2017) destacam que o risco de inundações deve considerar, de forma integrada, três dimensões fundamentais: o perigo (ameaça), relacionado à frequência e intensidade das inundações, a exposição, que abrange a população e a infraestrutura situados em áreas suscetíveis e a vulnerabilidade, entendida como o conjunto de características que condicionam a suscetibilidade dos elementos expostos frente à ameaça. De forma complementar, De león (2012); Julião et al. (2009) e UN-ISDR (2011), enfatizam que, a ameaça é entendida como a possibilidade de ocorrência de fenômenos potencialmente danosos, enquanto a exposição refere-se à localização de pessoas, infraestruturas e atividades em áreas sujeitas a ocorrência desses fenômenos.

O risco de inundações pode assumir diferentes magnitudes, uma vez que resulta do cruzamento, no espaço e no tempo, entre a probabilidade de ocorrência de uma ameaça (fenômeno) de determinada intensidade e a vulnerabilidade dos elementos a ela expostos (Rodrigues, 2008). Nesta perspectiva, o risco está intrinsecamente ligado ao comportamento dinâmico dos sistemas ambientais, cujo grau de estabilidade ou instabilidade se expressa na suscetibilidade a eventos extremos de curta ou longa duração, como as inundações, deslizamentos e processos erosivos (Egler, 1996).

Na visão de Almeida (2012), o risco é a percepção de uma indivíduo ou grupo social, da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências estão diretamente relacionadas à vulnerabilidade desses sujeitos. Por sua vez, Tominaga (2009) define risco como a possibilidade de ocorrência de consequências prejudiciais ou danosas decorrentes tanto de perigos de origem natural quanto daqueles induzidos pela ação antrópica.

Em publicação organizada pela UN-ISDR (2004), ao tratar da iniciativas globais de redução de desastres, conceitua risco como a probabilidade de ocorrências de consequências diversas, tais como mortes, ferimentos e prejuízos econômicos, resultantes da interação entre perigos, sejam eles de origem natural ou produzidos pela ação humana, e as condições de vulnerabilidades existentes. Segundo Brasil (2007), o risco é a relação entre a probabilidade de ocorrência de determinado processo ou fenômeno e a magnitude dos danos ou consequências sociais e/ou econômicas que podem incidir sobre um elemento, grupo ou comunidade. Neste cenário, o risco tende a se intensificar à medida que aumenta o grau de vulnerabilidade dos sujeitos ou espaços expostos.

Castro (1998) define risco a partir de cinco abordagens principais 1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e da magnitude das consequências previsíveis; 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionada à intensidade dos danos ou perdas dele decorrentes; 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período específico de tempo e/ou de ciclos operacionais; 4. Fatores estabelecidos mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrências de um acidente ou desastre e 5. Relação entre a probabilidade de ocorrência de um evento adverso ou acidente e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor aos seus efeitos.

Por outro lado, Veyret (2007) define risco como um fenômeno social, determinado a partir da percepção do perigo. A autora ressalta que parte dos riscos encontra-se inserida nas relações entre natureza e sociedade, as quais, no âmbito geográfico, constituem a base para a abordagem ambiental. Nesse contexto, o risco é entendido como um produto da ação humana, na medida em que os processos de intervenção sobre elementos naturais geram cenários propícios à ocorrência de fenômenos catastróficos, resultando em perdas materiais, econômicas e humanas, cujas consequências não são percebidas de forma uniforme por toda a população.

Ao longo do tempo, diversas fórmulas foram desenvolvidas para representar as variáveis utilizadas na análise de risco (Quadro 2), sendo que **R** representa o risco, **V** a vulnerabilidade e **P** o perigo.

Quadro 2: Fórmulas de risco existente no contexto dos desastres naturais

Fórmulas de Risco	Autor
$R = P \times C$ (<i>Perigosidade e consequência</i>)	Julião <i>et al.</i> (2009)
$R = A + V$	Dagnino e Capri Jr. (2007)
$R = Vulnerabilidade + Capacidade de Resposta$	Lisbôa (2013)
$R = A \times V$	Rebelo (2003)
$R = P \times V$	Almeida (2011) e Macedo (2015)
Risco: Ameaça X Vulnerabilidade/Capacidade de Resposta	De Léon (2002)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora nas últimas décadas tenha havido avanços técnico-científico significativos nos estudos dos riscos naturais, a terminologia utilizada pelos profissionais da área ainda apresenta variações e divergências conceituais (Brasil, 2007). Nesse contexto, observa-se que o termo risco possui múltiplas abordagens teórico-conceituais, frequentemente acompanhadas de imprecisões, ambiguidades e até confusões quanto à definição dos conceitos (Almeida, 2012).

A Vulnerabilidade

Segundo a UN-ISDR (2004), vulnerabilidade refere-se às condições determinadas por fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de uma ameaça. A vulnerabilidade corresponde à condição intríseca do corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, determina os efeitos adversos, os quais podem ser avaliados em termos de intensidade dos danos previstos (Castro, 1999).

Para Cardona (2001), a vulnerabilidade é considerada um fator de risco interno, matematicamente expresso como a suscetibilidade de um indivíduo, comunidade ou sistema exposto a ser afetado por uma fenômeno natural caracterizado como ameaça. De forma complementar, SEDEC (2017), conceitua a vulnerabilidade como à exposição socioeconômica ou ambiental de um cenário sujeito a ameaças naturais, tecnológicas ou de origem antrópica, indicando como as condições preexistentes tornam os elementos expostos mais ou menos propensos a serem afetados.

É importante destacar que a vulnerabilidade não pode existir sem a presença de uma ameaça, assim como uma ameaça só se caracteriza quando um elemento, indivíduo ou sistema está exposto e é suscetível aos seus efeitos. Dessa forma, ameaça e vulnerabilidade são

mutuamente condicionantes, sendo definidas separadamente apenas para fins metodológicos e para melhor compreensão do risco (Cardona, 2001). Nesse contexto, a vulnerabilidade representa a predisposição e a suscetibilidade física, econômica, política e social de uma comunidade em sofrer danos diante da ocorrência de um fenômeno desestabilizador de origem natural. De León (2002) aponta que a vulnerabilidade está associada a fatores sociais críticos que potencializam os impactos desses fenômenos, tais como moradias precárias, pobreza extrema e elevada densidade populacional.

Outra definição de vulnerabilidade é apresentada pela Estratégia Internacional para Redução de Desastres (2004), que a caracteriza como as condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade e a exposição de uma comunidade ao impacto de ameaças. A EIRD (2004) ressalta que a vulnerabilidade está relacionada a diferentes processos e fatores, os quais variam conforme a natureza da ameaça à qual a população está exposta e de acordo com a abrangência do estudo (UFSC, 2013).

Outra definição de vulnerabilidade que considera múltiplos fatores é apresentada por Idea (2002), segundo a qual:

“A vulnerabilidade é a probabilidade de que um sujeito ou elemento exposto a uma ameaça natural, tecnológica ou antrópica, em função do grau de fragilidade de seus componentes, como infraestrutura, moradia, atividades produtivas, grau de organização, sistemas de alerta, desenvolvimento político-institucional, entre outros, sofra danos ou perdas humanas e materiais no momento do impacto do fenômeno, bem como enfrente dificuldades para se recuperar a curto, médio ou longo prazo”.

À luz do exposto, torna-se relevante refletir sobre quais condições fragilizam determinada população, bairro ou indivíduo; como essas condições se constituem, inter-relacionam e se perpetuam na sociedade; quais metodologias estão disponíveis para identificar e avaliar as diferentes dimensões que compõem a vulnerabilidade a desastres; e quais estratégias e ações podem ser implementadas para reduzir essa vulnerabilidade (UFSC, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vulnerabilidade Social à Ameaça de inundação no Perímetro Urbano de Marabá

Vulnerabilidade População Total (PT)

No núcleo São Félix, observa-se uma predominância de baixa densidade populacional nas porções norte, oeste e sudoeste, com valores entre 0 e 10 habitantes por km². A porção sul do núcleo apresenta maior adensamento (10 a 30 hab./km²), enquanto setores pontuais indicam

concentrações intermediárias (50 a 90 hab./km²). Esta distribuição sugere uma ocupação mais dispersa e relativamente distante das áreas de maior risco, o que indica menor vulnerabilidade direta à inundaçāo, embora a baixa densidade não exclua riscos estruturais ou falta de infraestrutura urbana.

Por sua vez, o núcleo Nova Marabá concentra uma parcela significativa da população urbana, com destaque para 82 setores que apresentam densidades entre 90 e 268 habitantes por km². Estes setores estão, em sua maioria, localizados em áreas centrais e mais afastadas das zonas de alta suscetibilidade a inundações. Tal configuração aponta para uma ocupação urbana mais planejada, com maior acesso a infraestrutura e menor exposição direta aos eventos hidrológicos extremos, o que contribui para um menor grau de vulnerabilidade social.

No núcleo Marabá Pioneira, o cenário é distinto. A densidade demográfica concentra-se em setores que coincidem com áreas classificadas como de alta suscetibilidade à inundaçāo. Entre os 40 setores analisados, 25 apresentaram densidades entre 70 e 110 hab./km² e 7 entre 110 e 268 hab./km², localizados predominantemente no centro do núcleo. Esta sobreposição espacial entre densidade populacional elevada e risco hidrológico potencializa a vulnerabilidade social, tornando essa população mais exposta aos impactos das inundações.

O núcleo Cidade Nova apresenta um quadro misto. Nas periferias, observa-se que 86 setores com densidade entre 10 e 50 hab./km² coincidem com áreas de alta suscetibilidade a inundações. Já as áreas centrais, com maior densidade populacional (70 a 268 hab./km² em 134 setores), estão posicionadas em zonas menos vulneráveis. Observe a figura 2.

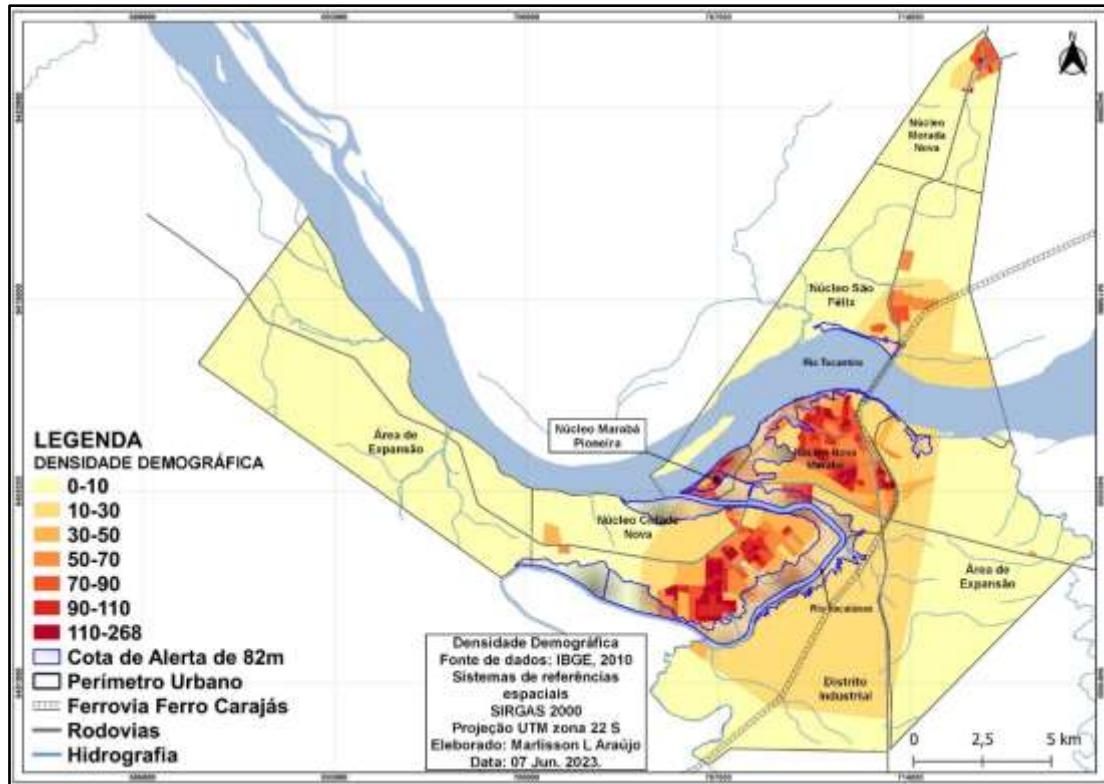


Figura 2: Mapa de Densidade Demográfica do Perímetro Urbano de Marabá.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2010).

Nível de Pobreza (P)

No núcleo São Félix, predominam setores censitários com rendimentos mais baixos. Cinco setores apresentam média de renda entre 0 e 1 salário mínimo (SM), o que corresponde à faixa de extrema pobreza. Outros 22 setores registram rendimentos entre 1 e 3 SM, refletindo uma situação de vulnerabilidade socioeconômica moderada. Apenas 4 setores possuem população com rendimentos entre 5 e 6 SM, indicando que a maior parte da população residente encontra-se em situação de maior exposição social, especialmente se associada a baixa infraestrutura urbana, como sugere Bursztyn & Bursztyn (2013).

Por outro lado, o núcleo Nova Marabá apresenta maior diversidade nos níveis de renda. Ainda que haja 3 setores com renda de 0 – 1 SM e 40 setores com renda entre 1 – 2 SM, estes localizados em áreas de alta suscetibilidade à inundação, próximos aos rios Tocantins e Itacaiúnas, a maioria dos setores (73) situa-se na faixa de 3 – 6 SM, enquanto 28 setores apresentam rendas superiores a 7 SM. Estes últimos encontram-se, sobretudo, na área central do núcleo, caracterizando uma ocupação urbana mais consolidada e com melhores condições de infraestrutura, o que indica menor vulnerabilidade.

No núcleo Marabá Pioneira, a distribuição de renda é mais equilibrada, com concentração moderada de setores com baixa renda. Identificamos 4 setores com rendimento entre 0 – 1 SM e 3 com rendimentos de 1 – 2 SM, demonstrando uma parcela da população em



situação de maior vulnerabilidade. Em contraste, 13 setores apresentam rendas entre 3 – 5 SM, e 4 setores superam os 7 SM, o que revela desigualdade interna acentuada, com coexistência de grupos com alta e baixa capacidade adaptativa frente aos desastres.

Já no núcleo Cidade Nova, observou-se uma configuração socioeconômica heterogênea. Quarenta setores apresentam renda entre 0 – 1 SM, um indicativo preocupante de vulnerabilidade acentuada. No entanto, 78 setores estão na faixa de 2– 4 SM e 48 entre 5 – 6 SM, com mais 33 setores em cada uma das faixas de 6 – 7 e acima de 7 SM. A elevada quantidade de setores com renda superior a 5 SM sugere que parte significativa da população dispõe de melhores condições para lidar com os impactos de eventos hidrometeorológicos, embora muitos setores de baixa renda permaneçam localizados em áreas de risco. Observe a figura 3.

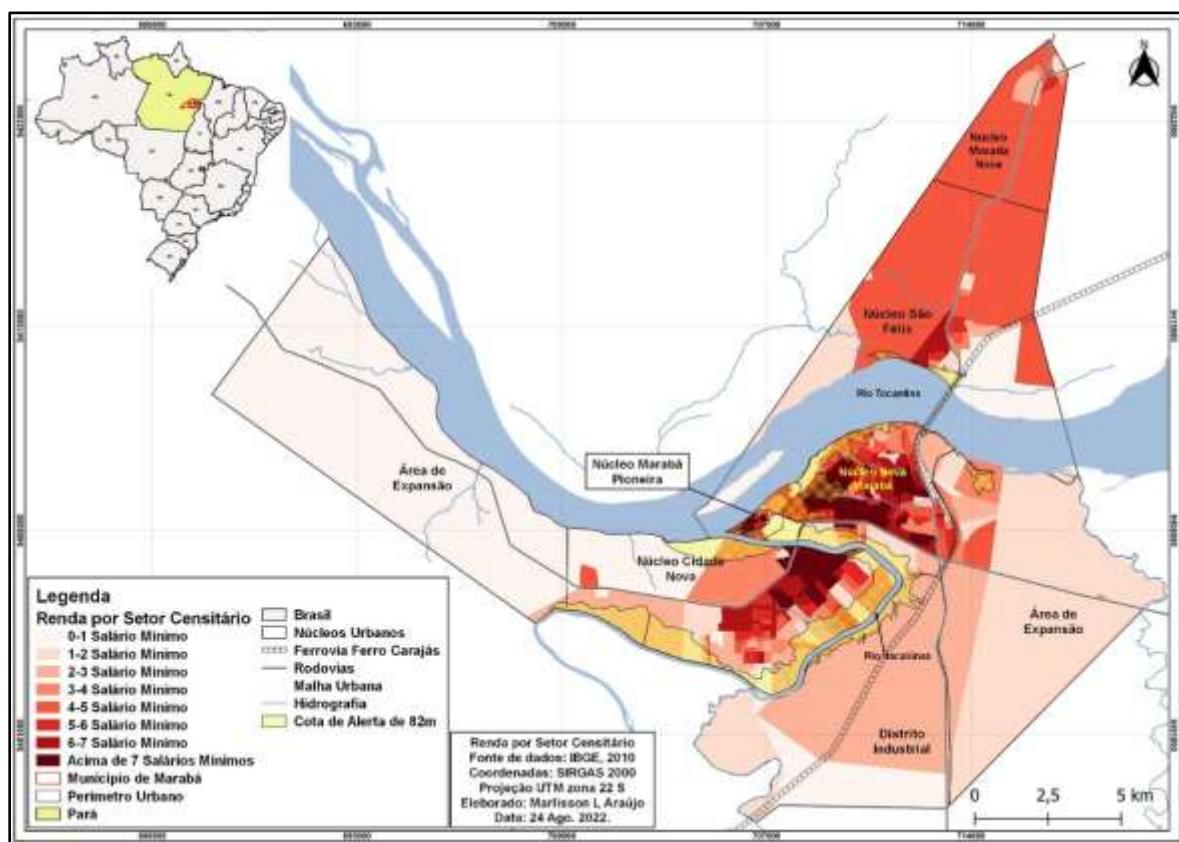


Figura 3: Mapa de Renda por Setor Censitário.
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2010).

Vulnerabilidade Social Total

Considerando os 265 setores censitários do perímetro urbano de Marabá, observou-se que 61 setores apresentaram população equivalente ou inferior a 10%, sendo classificados como de baixa vulnerabilidade social em 2010. A vulnerabilidade média foi identificada em 41 setores, correspondendo a setores com mais de 10% da população em situação de risco. Por



outro lado, 163 setores foram classificados como de alta vulnerabilidade social, apresentando densidade demográfica superior a 20%, o que eleva a exposição e o risco dessa população (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3: Vulnerabilidade Social por Setores/Variável População Total.

Vulnerabilidade	Número de Setores	População	% em relação a população total do Perímetro urbano
Baixa	61	44764	22,10%
Média	41	32071	15,83%
Alta	163	125693	62,06%

Fonte: Elaborado pelo autor.

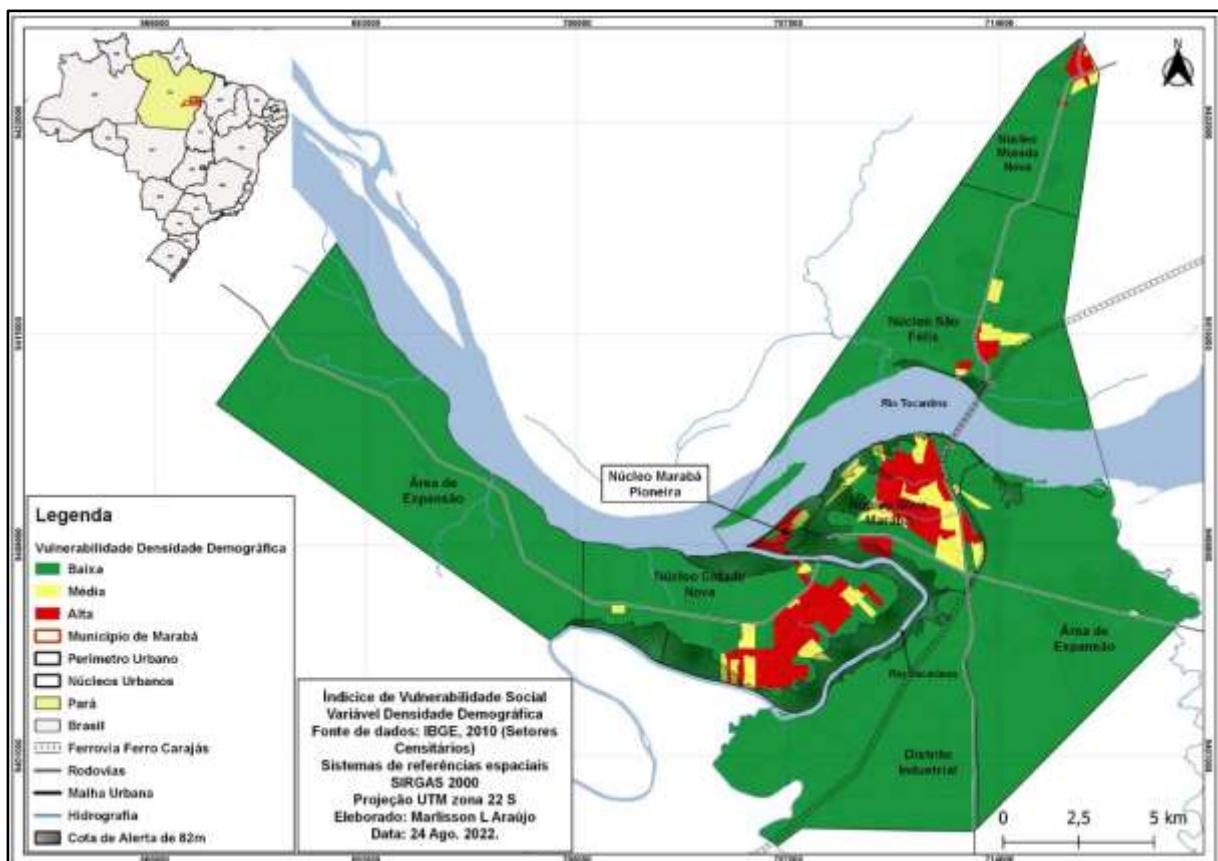


Figura 4: Vulnerabilidade da População Total por Setor Censitário.
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2010)

A renda constitui um fator relevante na análise da vulnerabilidade social de populações expostas a eventos naturais catastróficos. No perímetro urbano de Marabá, foram identificados 39 setores censitários com baixa vulnerabilidade social, nos quais até 30% da população possui renda mensal superior a dois salários-mínimos em 2010. Já 58 setores apresentaram média vulnerabilidade social, correspondendo a 30% a 50% da população com renda abaixo desse patamar. Por fim, 168 setores foram classificados como de alta vulnerabilidade social, nos quais mais de 50% da população auferem renda inferior a dois salários-mínimos, elevando

significativamente a vulnerabilidade. Ressalta-se que grande parte dessa população se encontra em setores de alta suscetibilidade a inundações, o que potencializa o risco de desastre (Tabela 4 e Figura 5).

Tabela 4: Vulnerabilidade Social por Setores/Variável Renda.

Vulnerabilidade	Número de Setores	População	% em relação a população total do Perímetro urbano
Baixa	39	25279	12,48%
Média	58	42726	21,09%
Alta	168	134523	66,42%

Fonte: Elaborado pelo autor.

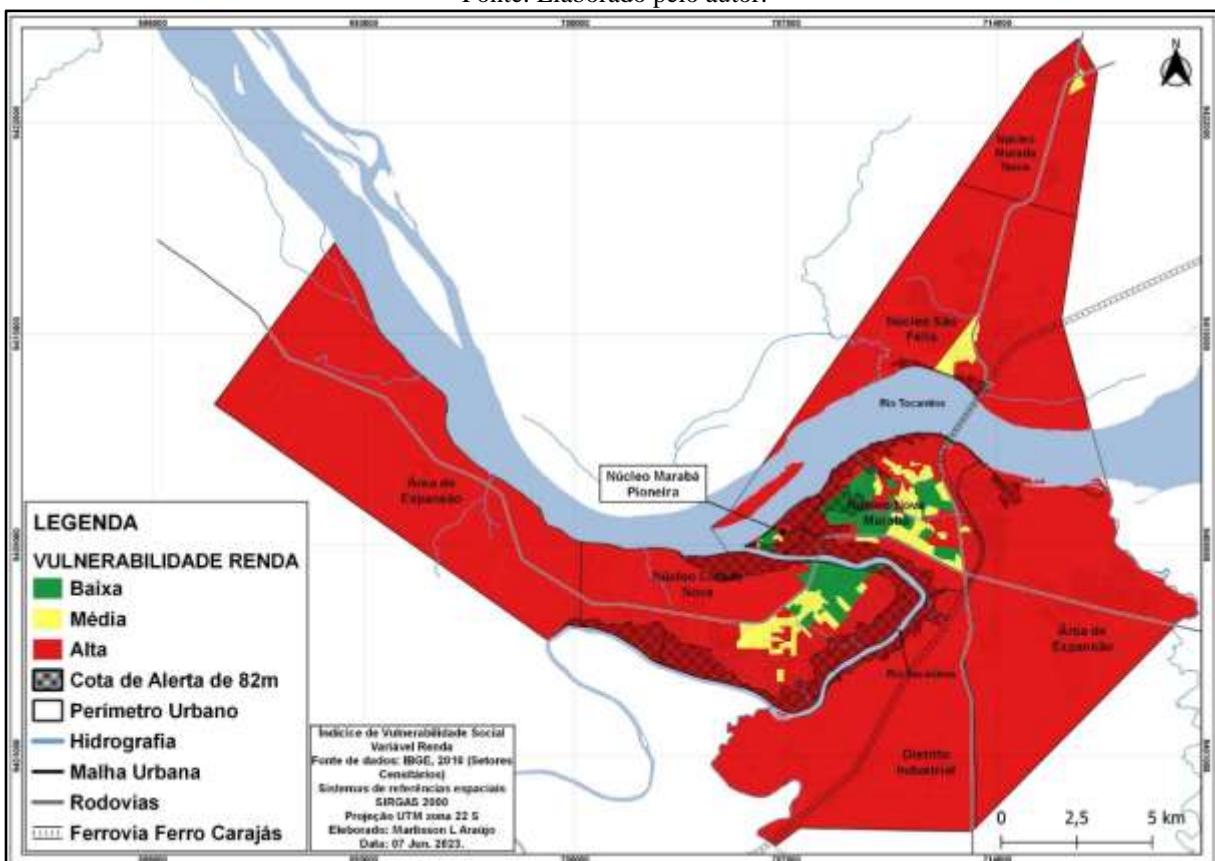


Figura 5: Vulnerabilidade da população em relação a renda por Setor Censitário.
 Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2010).

No perímetro urbano de Marabá, foram identificados 21 setores censitários com baixa vulnerabilidade social, totalizando 12.643 habitantes nessa condição. Em contrapartida, 77 setores apresentaram média vulnerabilidade social, somando 56.568 habitantes. Por fim, 167 setores foram classificados como de alta vulnerabilidade social, correspondendo a 133.317 habitantes (Tabela 5 e Figura 6).



Tabela 5: Índice de Vulnerabilidade social por Setor censitário.

Vulnerabilidade	Número de Setores	População	% em relação a população total do Perímetro urbano
Baixa	21	12643	6,24%
Média	77	56568	27,93%
Alta	167	133317	65,82%

Fonte: Elaborado pelo autor.

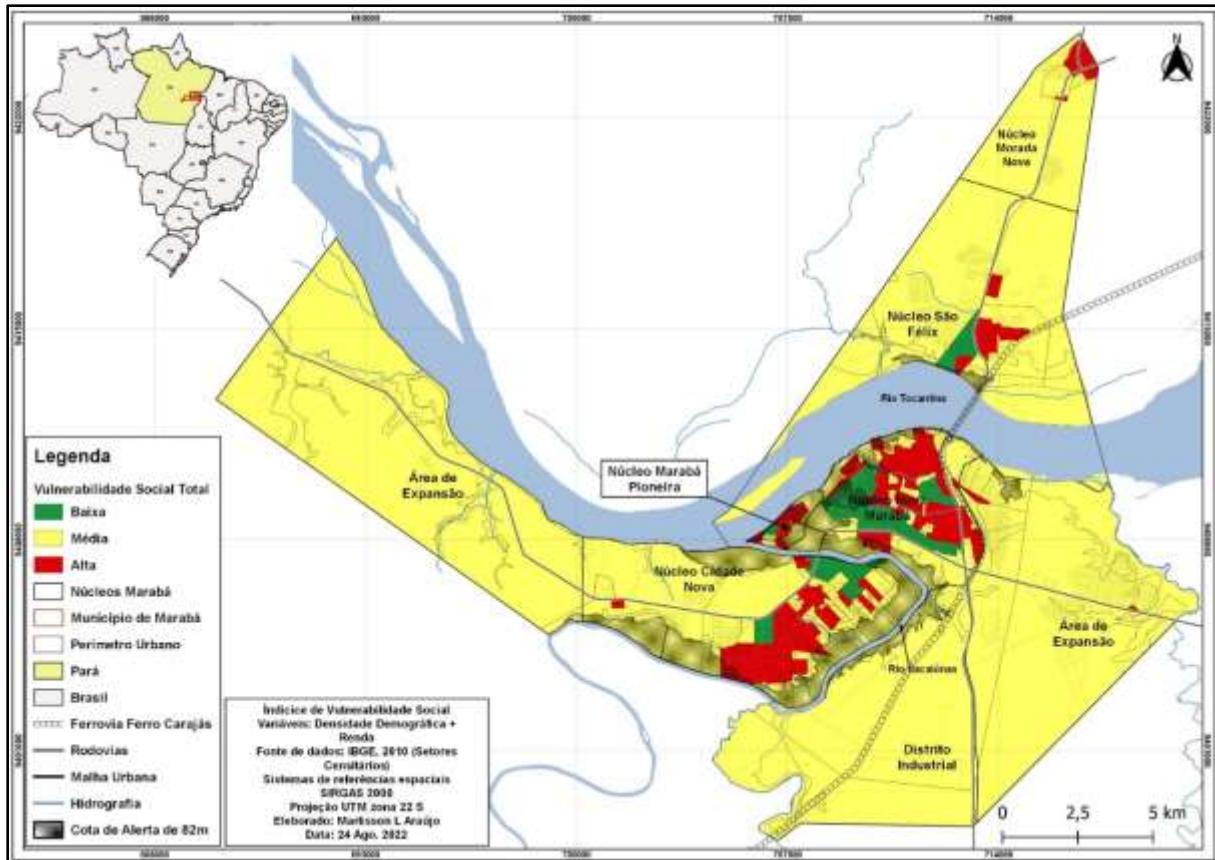


Figura 6: Mapa da Vulnerabilidade Total do Perímetro Urbano de Marabá.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam uma relação direta entre a distribuição espacial da população e da renda com a vulnerabilidade às inundações no perímetro urbano de Marabá. Foi possível observar que, os setores censitários com maior densidade populacional, especialmente na Marabá Pioneira e Cidade Nova, coincidem com áreas de alta suscetibilidade a eventos de inundação. Da mesma forma, as faixas de baixa renda, notadamente nos núcleos São Félix e Cidade Nova, ocupam as regiões mais expostas, caracterizando uma situação de risco social intensificado pela precariedade das condições socioeconômicas.

Em Marabá, a persistente ocupação desordenada de áreas ribeirinhas, associada à desigualdade na distribuição de renda e à carência de investimentos em infraestrutura urbana,

amplia os impactos dos eventos naturais sobre a população mais vulnerável. A análise também revela que, embora núcleos como Nova Marabá apresentem setores com melhores condições socioeconômicas, ainda há porções desse território, principalmente nas margens fluviais, ocupadas por populações de baixa renda, indicando a necessidade de intervenções específicas e integradas.

A cidade de Marabá, situada em uma região de complexas interações entre fatores naturais e antrópicos, exige um olhar atento, contínuo e integrado sobre os riscos a que está exposta. Portanto, estudos como este devem servir como base para um planejamento urbano mais resiliente e inclusivo, que reduza a exposição das populações mais fragilizadas e fortaleça sua capacidade de enfrentamento frente aos desastres hidrometeorológicos frequentes.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disaster in developing countries. *Geomorphology*, n. 47, p.107-124, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0169-555x\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/s0169-555x(02)00083-1). Acesso em 02 de Jun. 2022.

ALMEIDA, J. J. Os riscos naturais e a história: O caso das enchentes em Marabá (PA). *Tempos Históricos*, Marabá, v.15, n.2, p. 205-238, 2011a.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro/SP.

_____. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia (a science of the risks and vulnerabilities to geography). *Mercator*, v. 10, n. 23, p. 83-99, 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/559>. Acesso em: 22 Out. 2022.

_____. Riscos Ambientais e Vulnerabilidades nas cidades brasileiras: Conceitos, metodologias e aplicações. *Cultura Acadêmica*, 2012. Disponível em: <https://www.culturaacademica.com.br/catalogo/riscos-ambientais-e-vulnerabilidades-nas-cidades-brasileiras/>. Acesso em: 15 Fev. 2022.

ANDRADE, M. M. N.; SZLAFSZTEIN, C. F. Vulnerability assessment including tangible and intangible components in the index composition: An Amazon case study of flooding and flash flooding. *Science of the total environment*, v. 630, p. 903-912, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.271>. Acesso em: 11 Jan. 2022.

BECK, U. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. 2. ed. São Paulo: **Editora 34**, 2011.

BENTES, K. L. L. M. Inundações em Marabá: avaliação estratégica para declarar situação de emergência. 2018. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, Belém.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diretrizes para o mapeamento e gestão de áreas de risco em assentamentos precários. Brasília: **Ministério das Cidades**, 2007.

_____. Ministério das Cidades (MINC)/Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: **Ministério das Cidades, IPT**, 2007. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>. Acesso em: 12 Mar. 2022.

_____. Portaria Conjunta N° 148, de 18 de Dezembro de 2013. **Diário Oficial da União, Poder Executivo**, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/12/2013&jornal=1&página=58&totalArquivos=168>. Acesso em: 07 Jun. 2022.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC). Departamento de Prevenção e Preparação (DPP). Módulo de Formação: Noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos – **livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. *Fundamentos de política e gestão ambiental*. 2. ed. Rio de Janeiro: **Garamond**, 2013.

CARDONA, O. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá: **CEDERI**, jun. 2001. Disponível em: <https://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>. Acesso em: 10 Mar. 2022.

CASTRO, A. L. C. Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: **MPO/Departamento de Defesa Civil**, 1998. 191 p. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/16-Glossario-de-Defesa-Civil-Estudo-de-Risco-e-Medicina-de-Desastres.pdf>. Acesso em: 15 Mar. 2022.

_____. Manual de planejamento em defesa civil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, **Secretaria de Defesa Civil**, 1999.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Marabá, Pará. **CPRM**, 2012. Acesso em: 08 dez. 2021.

DAGNINO, R.; CARPI JÚNIOR, S. Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações. *Climatologia e Estudos da Paisagem*, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, 2007. Disponível em: https://ctec.ufal.br/professor/elca/Risco_Ambiental_Conceitos_e_Aplicacoes.pdf. Acesso em: 14 Dez. 2021.

DE LEÓN, J. La Naturaleza de los Riesgos, un Enfoque Conceptual. Guatemala: **Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales**, 2002. Disponível em:

<http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0113/doc0113.pdf>.
Acesso em: 04 Jan. 2021.

EGLER, C. A. G. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. **Revista Território**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 1996. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4381579/mod_resource/content/1/EGLER%20-%20Risco%20ambiental.pdf. Acesso em: 18 Jan. 2022.

IBGE. Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios – **resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. Base de informações do Censo Demográfico 2010: **Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: https://urbanidades.arq.br/wp-content/uploads/2019/01/documentacao_censo_2010.pdf. Acesso em: 15 Nov. 2021.

_____. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. Censo Demográfico 2022: **Resultados populacionais por município**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/maraba.html>. Acesso em: 30 abr. 2025.

IDEA. Universidad Nacional de Colombia; Programa de información e indicadores de gestión de riesgos. Amenaza, vulnerabilidad, riesgos, mitigación. Primer acercamiento a conceptos, características y metodologías de análisis y evaluación. **BID**, 2002.

JULIÃO, R. P. et al. Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. **Autoridade Nacional de Protecção Civil**, Portugal, 2009. ISBN 978-989-96121-4-3.

JÚNIOR, E. M. M.; DA SILVA, O. G. Diferentes percepções para a compreensão do conceito de risco no enfoque ambiental. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 17, n. 2, p. 12-22, 2015.

LISBÔA, L. C. M. Risco e vulnerabilidade socioambiental: um estudo no município de Santarém-PA. 2013. **Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará**, Belém, 2013.

REBÉLO, F. Riscos naturais e acção antrópica: estudos e reflexões. **Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press**, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0467-1>. Acesso em: 20 Dez. 2021.

RÖTHLISBERGER, V.; ZISCHG, A. P.; KEILER, M. Identifying spatial clusters of flood exposure to support decision making in risk management. **Science of the total environment**, v. 598, p. 593-603, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717307374>. Acesso em: 02 Dez. 2022.

RODRIGUES, J. E. C. Risco tecnológico: uma análise do porto de Vila do Conde como área potencial de ameaça ao vazamento de óleo para comunidades em situação de vulnerabilidade.

2008. **Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, Belém.**

SEDEC. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Política Nacional de Defesa Civil. **Ministério da Integração Nacional**, Brasília, 2007. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>. Acesso em: 07 Mar. 2022.

SZLAFSZTEIN, C. F. et al. Avaliação e gestão de riscos naturais na Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 3, n. 4, p. 815–830, 2010.

_____. Referências Metodológicas para Mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente e Agência de Cooperação Técnica Alemã**, 2010.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. 3. ed. São Paulo: **Instituto Geológico**, 2015. Disponível em: http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf. Acesso em: 12 Mar. 2022.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. C. Cidades na floresta: os “grandes objetos” como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. *Revista IEB*, n. 50, p. 13-138, 2010. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/ne815n0>. Acesso em: 25 Abr. 2022.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. **Capacitação básica em Defesa Civil**. 4. ed. Florianópolis: CAD UFSC, 2013.

_____. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (CEPED). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: UFSC, 2013a. 126 p.

UN-ISDR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives. Vol. II - Annexes. Geneva: **UNISDR**, 2004. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/657_lwr1.pdf. Acesso em: 11 Mar. 2022.

_____. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. Geneva: **UNISDR**, 2011. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/home/download.html>. Acesso em: 11 Mar. 2022.

_____. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. Geneva: **UNISDR**, 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficial%5B1%5D.pdf. Acesso em: 10 Mar. 2022.

VEYRET, Y. (Org.). Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: **Editora Contexto**, 2007.