



RISCOS

territorium 31 (I), 2024, 43-58

journal homepage: <https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/>

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_31-1_4

Artigo científico / Scientific article



INUNDAÇÕES E UNIDADES CONSTRUÍDAS EM MARABÁ: UM ESTUDO DE CASO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA*

FLOODS AND BUILT UNITS IN MARABÁ: A CASE STUDY IN THE BRAZILIAN AMAZON

43

Marlisson Lopes de Araújo

Universidade Federal do Pará-UFPA (Brasil)

Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO

ORCID 0000-0003-2560-0435 marlissonla@hotmail.com

Milena Marília Nogueira de Andrade

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA e Universidade Federal do Pará-UFPA (Brasil)

Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO

ORCID 0000-0001-5799-7321 milena.andrade@ufra.edu.br

RESUMO

O objetivo desse artigo versa sobre o mapeamento das unidades construídas expostas (residências, escolas, lojas, restaurantes, bares, comércio e prédios públicos) a inundações dos rios Tocantins e Itacaiúnas na área urbana da cidade de Marabá (estado do Pará, Brasil). A metodologia envolveu o levantamento e o processamento digital de imagem do satélite Cbers 4A (com resolução espacial de 2m, ano de 2021), a vetorização e a correção dos polígonos realizada com o apoio do Google Earth, juntamente com levantamento de campo para validação dos dados. O processamento foi realizado com o auxílio do software Qgis versão 3.16.6 e consistiu no mapeamento das unidades construídas impactadas pelas inundações, tendo como parâmetro a cota de alerta mínima de 82m. Referência para o mapeamento das unidades residenciais situadas abaixo da referida cota. Foram mapeadas um total de 6583 unidades construídas expostas a inundações na área urbana de Marabá. Desse total, 220 estão localizadas no núcleo urbano de São Félix, 1527 no núcleo Nova Marabá, 2684 na Marabá Pioneira e 2152 na Cidade Nova.

Palavras-chave: Desastre, evento hidrológico, exposição, geoprocessamento.

ABSTRACT

The objective of this article is to map built units (residences, schools, stores, restaurants, bars, commerce and public buildings) exposed to the flooding of the Tocantins and Itacaiúnas rivers in the municipality of Marabá (state of Pará, Brazil). The methodology involved the survey and digital processing of the Cbers 4A satellite image (with a spatial resolution of 2 m, year 2021), the vectorization and correction of the polygons carried out with the support of Google Earth, together with a field survey to validate the data. The processing was performed with QGIS software version 3.16.6 and consisted of mapping the built units impacted by the floods, using a minimum alert height of 82 m as a parameter. Reference for mapping residential units located below said quota. A total of 6583 built units exposed to flooding in the municipality of Marabá were mapped. Of this total, 220 are located in the urban centre of São Félix, 1527 in the Nova Marabá urban centre, 2684 in Marabá Pioneira and 2152 in Cidade Nova.

keywords: Disaster, hydrological event, exposure, geoprocessing.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 16-12-2022, sujeito a revisão por pares a 18-02-2023 e aceite para publicação em 21-11-2023.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 31 (I), 2024, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Os rios e as inundações fazem parte da história das civilizações, contudo nas últimas décadas, o número de ocorrências e o número de pessoas afetadas vêm aumentando significativamente. Este aumento vem acompanhando a tendência relacionada a todos os tipos de desastres naturais. Este fato pode ser atribuído às alterações da sociedade sobre a natureza, principalmente relacionadas com a intensa urbanização, ocupação de áreas de risco e mudança de uso e cobertura da terra relacionada ao desmatamento (Goerl e Kobiyama 2005).

As mudanças climáticas, associadas as condições do espaço natural e a pobreza urbana atuam na intensificação dos desastres socioambientais, em especial, as inundações urbanas. Dependem exclusivamente das características e da intensidade desses fenômenos, dependem também, da exposição e da vulnerabilidade ao qual o ambiente está condicionado. É justamente a associação de uma sociedade altamente vulnerável e que associado a eventos climáticos extremos formam condições favoráveis ao desenvolvimento de desastres naturais (Costa 2012).

Röthlisberger *et al.* (2017) destacaram que a análise de risco de inundação envolve informações sobre perigo (frequência e intensidade das inundações), exposição (população e infraestrutura localizadas em áreas suscetíveis a inundações) e vulnerabilidade (características dos elementos expostos à ameaça). Para este estudo, foi adotada a definição de exposição como a situação das pessoas, infraestrutura, habitação, capacidades de produção e outros ativos humanos tangíveis em áreas propensas a perigos hidrológicos (UNISDR 2015).

Compreender a exposição e realizar uma análise de dados associada a ela pode influenciar decisões e estratégias baseadas na análise de risco. A análise da exposição depende da disponibilidade, resolução e qualidade dos dados, incluindo informações sobre vulnerabilidade, como pessoas afetadas, edifícios, infraestruturas, e também sobre a natureza da ameaça, extensão e magnitude das inundações (Röthlisberger *et al.* 2017).

A exposição envolve pessoas, propriedades, sistemas viários (ruas, avenidas, travessas, ferrovias) e outros elementos presentes em zonas de ameaça (áreas com alta suscetibilidade a inundações) e que, dessa forma, estão sujeitas a danos potenciais. Como devemos medir a exposição deve estar associada ao número de pessoas ou de infraestruturas públicas nas áreas afetadas. Assim, a combinação da exposição com a vulnerabilidade destes parâmetros permite estabelecer uma estimativa do risco de ocorrência do fenômeno (Miguez *et al.*, 2018).

No Brasil, Segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil/UFSC (2022), nos últimos 30 (1991-2020) anos, as inundações causaram 20,1 bilhões de reais em perdas

materiais, 5,5 bilhões de prejuízos públicos e 15,4 bilhões de prejuízos privados, com 7.865.416 pessoas desabrigadas e desalojadas, 4.307 óbitos e mais de 3 milhões de habitações destruídas ou danificadas, principalmente, em razão da ocupação desordenada das margens de rios e impermeabilização do solo de bacias urbanas.

De acordo com Szlafsztein *et al.* (2010) na Amazônia, em cenários de maior e mais intenso uso das florestas e ocupação das cidades, assim como de mudanças no clima, permitem prever uma acentuação da possibilidade de ocorrência de desastres relacionados as inundações.

Portanto, o desafio é desenvolver e estabelecer cenários que possam auxiliar na implementação de políticas públicas, assim como estratégias e medidas relacionadas à gestão dos riscos, de desastres que respondam às peculiaridades da região Amazônica.

As inundações são frequentes na região norte, sobretudo por esse espaço geográfico apresentar um elevado índice pluviométrico, que podem chegar a máximas de 3.000mm e mínimas de 2.000mm, assim como uma densa rede de bacias e sub-bacias hidrográficas.

A cidade de Marabá (localizada na região sudeste do estado do Pará, fig. 1) é um destaque importante, pois é cortada por dois rios (Tocantins e Itacaiúnas) e seu processo de ocupação se deu em virtude da dinâmica dos rios, obedecendo um padrão de ocupação da região em que várias cidades surgiram a partir dessa dinâmica (Trindade Júnior 2010).

Cabe destacar que, a frequência com que as águas do Rio Tocantins e Itacaiúnas ultrapassam a cota de 10 metros (cota de elevação das águas dos rios) é acima de 70%. Portanto a inundação na cidade de Marabá tem uma probabilidade alta de ocorrer (Bentes 2018). Na cidade de Marabá, no período de 1971 a 2021, a defesa civil registrou esse fenômeno por 41 vezes, de acordo (UFSC; CEPED 2013; Ana 2021).

Marabá enfrenta muitos desafios socioeconômicos, incluindo pobreza (pessoas sem renda mínima) e infraestrutura limitadas em algumas áreas (no geral na periferia da cidade). A infraestrutura urbana apresenta serviços básicos (nas áreas de ocupações espontâneas), como falta de pavimentação adequada e saneamento básico precário é uma realidade desses espaços. A cidade é um importante centro econômico, com destaque para agricultura, mineração, comércio e serviços. As casas do programa minha casa-minha vida foram construídas no bairro São Félix, distantes das áreas de influências dos rios Tocantins e Itacaiúnas.

Na região de Marabá, nos meses de maior índice pluviométrico (janeiro a março), as águas dos rios Tocantins e Itacaiúnas se elevam de forma gradual quando o aumento do nível dos rios aumenta

paulatinamente (Almeida 2011). Essa elevação gradual dos rios está diretamente relacionada a quantidade de chuva que ocorre na região nesse período. Existem também casos de inundações rápidas (Andrade 2014; Andrade e Szlufasstein 2015) que são “[...] *provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, as quais escoam de forma rápida e intensa*” (Castro, 2003).

A junção de pobreza, habitação improvisada (favelização ou Habitações subnormais), pouca infraestrutura (ruas sem pavimentação asfáltica, falta de saneamento básico, falta de redes de esgoto e de tratamento de água, deficiência na iluminação pública) com a ocupação de espaços expostos a perigos naturais (inundações e enchentes), criou territórios de riscos e vulnerabilidades, que estão diretamente ligados com os ambientes fluviais urbanos (Almeida 2010). Para a Unlstr (2004) a 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*”.

De acordo com Bentes (2018), as inundações na cidade de Marabá (estado do Pará, Brasil), causam danos significativos. As edificações são parcial ou totalmente submersas, resultando em danos estruturais muitas vezes irreversíveis. Além disso, há o deslocamento de um grande número de famílias nas diversas áreas afetadas pela inundação nos diferentes núcleos urbanos da cidade.

Este artigo tem como objetivo mapear as unidades construídas expostas ao risco de inundação dos rios Tocantins e Itacaiúnas na cidade de Marabá (estado do Pará, Brasil). As inundações nessas áreas afetam tanto elementos naturais quanto humanos, incluindo estruturas históricas como o Museu Municipal Francisco Coelho localizado no núcleo urbano da Marabá Pioneira.

Área de estudo

A área de estudo corresponde ao espaço urbano da cidade de Marabá, situada na Amazônia Brasileira, na porção ocidental. O município localiza-se no sudeste do estado do Pará, encontra-se dentro da região hidrográfica Tocantins-Araguaia e sub-bacia do rio Itacaiúnas, na margem esquerda do rio Tocantins. Situa-se entre as coordenadas geográficas: 5° 20' 08" Latitude Sul/49° 04' 51" Longitude Oeste e 5° 44' 35" Latitude Sul/49° 13' 50" Longitude Oeste. Possui uma altitude que varia de 56 metros a 782 metros em relação ao nível do mar e sua área urbana totaliza 302,115 km². O perfil topográfico da área urbana é constituído de planícies fluviais, terraços fluviais rebaixados, terraços fluviais parcialmente urbanizados e planaltos dissecados com ocupação consolidada. Possui uma população estimada em 266.536 Habitantes (IBGE 2022). Sendo 118.196 homens e 115.473 mulheres (IBGE 2010). Com uma densidade demográfica de 17,62hab/km² (IBGE 2022). Atualmente o perímetro urbano de Marabá está dividido em 5 núcleos, 1 distrito industrial e 2 áreas de expansão (fig. 1).

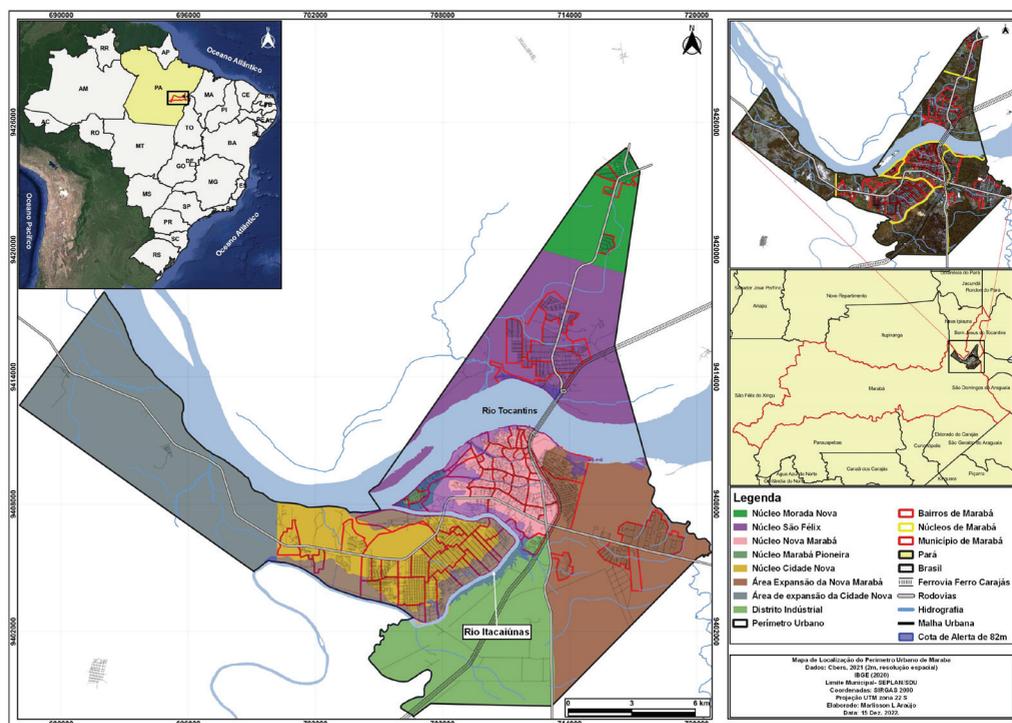


Fig. 1 - Mapa de localização da área de estudo/Perímetro urbano de Marabá-PA.

Fig. 1 - Location map of the study area/urban perimeter of Marabá-PA.

Formação e caracterização da área de estudo

A formação histórica da cidade de Marabá, desde seu surgimento, está relacionada as atividades econômicas e políticas de desenvolvimento que, conduziram a um elevado aumento populacional, em alguns momentos, que deu origem a uma ocupação e uso do solo conflitantes, em algumas áreas, com as condições ambientais locais (Raiol, 2010). De acordo com este autor, a expansão urbana de Marabá está vinculada a quatro períodos distintos de acordo com os ciclos econômicos que ocorreram na cidade (QUADRO I). Nos dias atuais, na cidade de Marabá convivem três grandes eixos de desenvolvimento econômico, oriundos dos ciclos econômicos, que são: agropecuário e madeireiro, Programa Grande Carajás e o eixo industrial, incluindo a indústria de ferrogusa, que produzem alterações no estado do meio ambiente (Raiol, 2010).

O primeiro período vai de 1913 a 1920 caracterizado por uma significativa imigração alterando o uso territorial. Neste intervalo foi ocupada a área oeste da hoje chamada Marabá Pioneira, limitada pelos rios Tocantins e Itacaiunas e pela atual rua Lauro Sodré, que registra a ocupação até 1928, através de uma estrutura viária radial, abrindo-se para o interior (fig. 2).

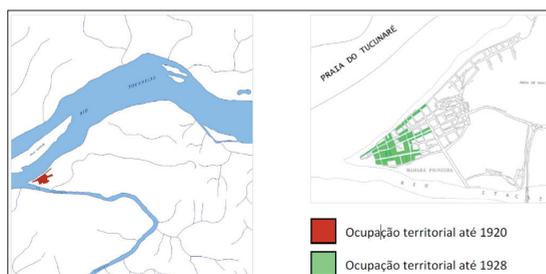


Fig. 2 - Evolução da ocupação territorial de 1913 a 1928
(Fonte: Raiol, 2010).

Fig. 2 - Land occupation from 1913 to 1928
(Source: Raiol, 2010).

O segundo período é marcado pela reconstrução e requalificação urbana da cidade em virtude de ter sofrido em 1926 uma grande inundação. Esse momento marca a concordância, em função de questões econômicas, de se conviver com o evento periódico das cheias e inundações. A estrutura da cidade modificou-se com abertura de novas vias, asfaltamento, construção de prédios escolares, hospitalares, comerciais e residenciais segundo um padrão acima do que existia na cidade. As expansões urbanas, limitadas pelos rios, avançavam no sentido nordeste, de tal forma que em 1947 já ocupava a orla até onde hoje há a travessa Nossa Senhora das Graças, para atender ao crescimento populacional que, em 1950, indicava uma população de 11.130 habitantes (Raiol, 2010).

Durante o governo militar, ocorreu a criação da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e do Banco da Amazônia, em 1966 e, através destes, uma política de incentivos fiscais promoveu transformações significativas no uso do solo urbano e rural. Nessa ocasião iniciou-se a exploração do minério de ferro na Província Mineral dos Carajás e a construção da então PA-70, hoje BR-222, ligando definitivamente Marabá à rede rodoviária nacional, através da rodovia Belém-Brasília, que havia sido aberta em 1960. Até então, todo escoamento da produção, tanto de castanha-do-pará como de outros produtos, era realizado através do rio Tocantins para o porto de Belém do Pará. Com a PA-70, Marabá rompia o isolamento geográfico e, ao mesmo tempo, sua dependência em relação à capital do Estado (Raiol, 2010) (fig. 3).

O terceiro período de expansão urbana da cidade de Marabá aconteceu de 1970 a 1980 e foi marcado por uma nova fase de desenvolvimento econômico baseado nas atividades pecuária e madeireira. Nesse contexto, o Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA), começa o processo de colonização e passa a oferecer incentivos aos grupos de empresários que chegavam na região, de

QUADRO I - Os Ciclos Econômicos em Marabá.

CHART I - Economic Cycles in Marabá.

1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	4ª Fase
1913-1920	1920-1970	1970-1980	1980- Aos dias atuais
1º Ciclo da Borracha (1910- 1915) 2º Ciclo da Borracha (1945- 1950)	Ciclo da Castanha	Agropecuária e Madeireira	Mineração e Indústria
Principais Projetos	Principais Projetos	Principais Projetos	Principais Projetos
1913 - Criação do município de Marabá	1937 - Construção do Aeródromo; 1940 - Surgimento do bairro Amapá; 1960 - Construção da Rodovia Belém-Brasília; 1966 - Construção da PA-70; 1970 - Implantação dos Projetos de Integração Nacional - PIN	1971 - Implantação do projeto do INCRA; 1971 - Implantação da Transamazônica; 1971 - Implantação do projeto de incentivos fiscais; 1973 - Construção da UHE de Tucuruí; 1974 - Surgimento dos Núcleos urbanos Nova Marabá e Cidade Nova.	1980 - Início da Exploração de ouro em Serra Pelada; 1981 - Implantação do Projeto Grande Carajás; 1990 - Início da Indústria de ferrogusa; 2022 - Construção de Ponte Rodoviária e Implantação do projeto TecnoRed (Vale).

Fonte: Adaptado de Raiol, 2010 / Source: Adapted from Raiol, 2010.

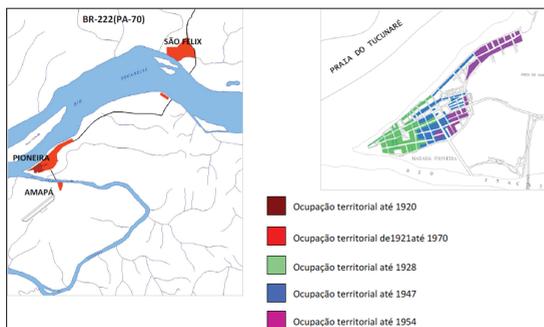


Fig. 3 - Evolução da ocupação territorial até 1970
(Fonte: Raiol, 2010).

Fig. 3 - Land occupation until 1970
(Source: Raiol, 2010).

modo que os colonos e pequenos agricultores ficaram totalmente desassistidos pelo poder público (Raiol, 2010).

O quarto período é caracterizado por um momento geopolítico importante para a região, pois levou o governo federal a implantar, em 1981, o Programa Grande Carajás voltado para exploração mineral através da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), então uma empresa estatal. Em função desse programa, foram construídas duas obras que influenciaram muito na estrutura da cidade: a ponte rodoviária sobre o rio Itacaiunas, interligando o núcleo Cidade Nova aos dois outros, em 1981, e a ponte rodoferroviária sobre o rio Tocantins, juntamente com a ferrovia Carajás-Itaqui, em 1984, destinada a escoar o minério de exportação através do porto de Itaqui, no Maranhão. Decorre desse programa, também, a implantação do Distrito Industrial de Marabá (Raiol, 2010) (fig.4a e 4b).

Aspectos físicos da área de estudo

A geomorfologia predominante no perímetro urbano de Marabá caracteriza-se pelas planícies de inundação, terraços fluviais rebaixados, tabuleiros dissecados e planaltos dissecados. As áreas de planícies possuem as menores cotas topográficas, que variam entre 56 a 85m e margeiam os rios Tocantins e Itacaiunas. A planície em questão encontra-se totalmente ocupada pela mancha urbana, que recebe influência direta das formas de uso e ocupação, sobretudo pela impermeabilização ocasionada para a construção dos imóveis e dos arruamentos (avenidas, ruas, calçamento) (Vidal, 2017) (fig. 5).

As formações geológicas que predominam na área são Couto Magalhães com predominância de rochas metamórficas; depósitos aluvionares, com material superficial e sedimentos inconsolidados e formação Itapecuru constituída de rochas sedimentares/clástica (CPRM, 2012) (fig. 6).

O clima predominante em Marabá segundo a classificação de Köppen é o AW-Tropical ou clima mesotérmico úmido e subúmido com estação seca de inverno. Esse tipo climático é marcadamente sazonal, onde a precipitação anual é de 1.300 a 1.900 mm (Alvares *et al.*, 2013). Isso significa que os períodos mais chuvosos ocorrem durante o verão (Rodrigues, 2012).

O período com os maiores volumes mensais de precipitação pluviométrica na região de Marabá ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março, com totais mensais de chuva, em média, acima de 300 mm (CÂMARA, 2012). Nos últimos 44 anos, a média de precipitação

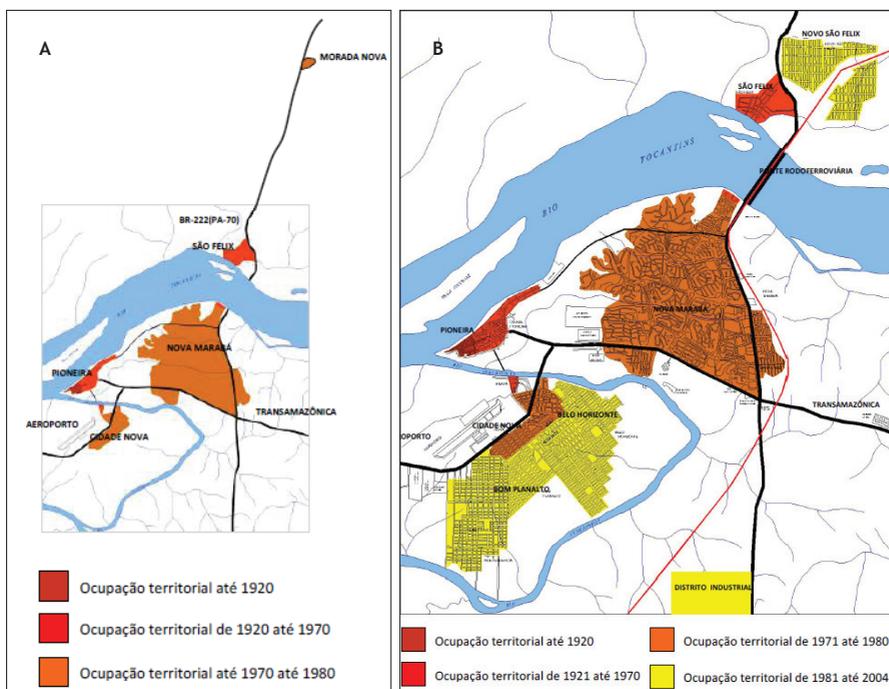


Fig. 4 - Evolução da ocupação territorial de Marabá de 1980 até 2004
(Fonte: Raiol, 2010).

Fig. 4 - Land occupation of Marabá from 1980 to 2004
(Source: Raiol, 2010).

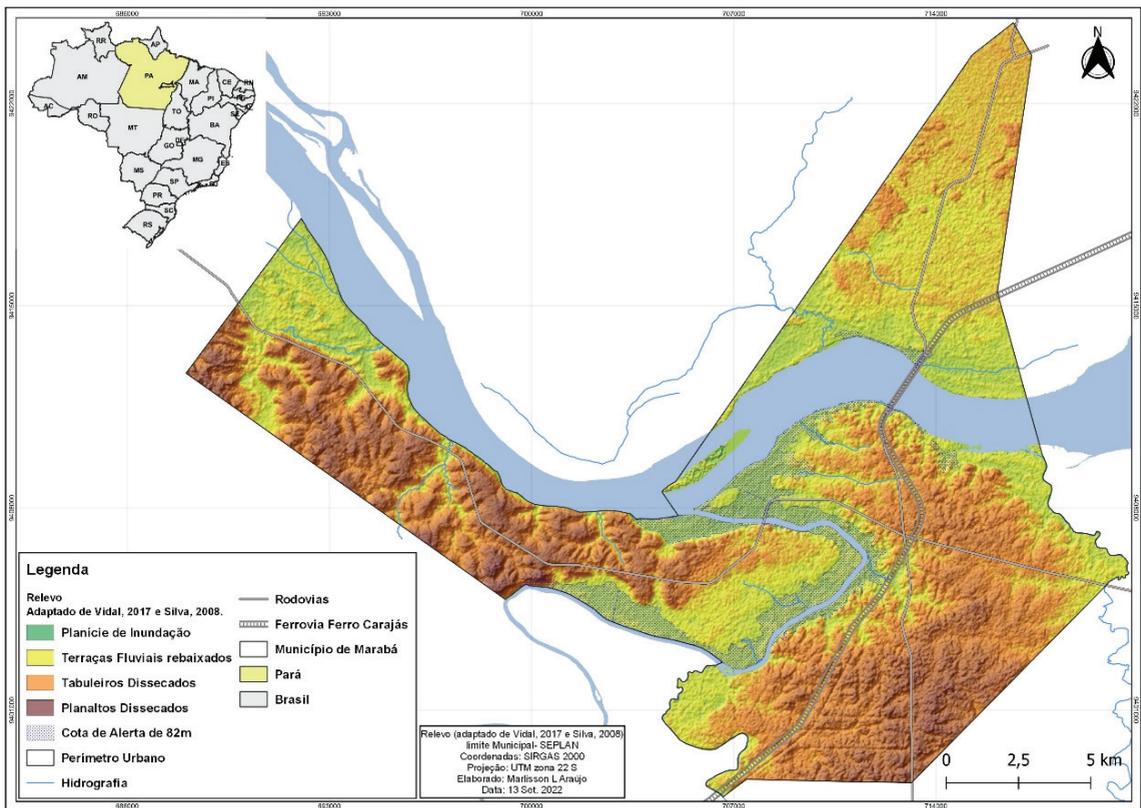


Fig. 5 - Mapa geomorfológico do perímetro urbano de Marabá (Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Vidal (2017) e Silva (2008).

Fig. 5 - Geomorphological map of the urban perimeter of Marabá (Source: Prepared by the author, based on Vidal (2017) and Silva (2008).

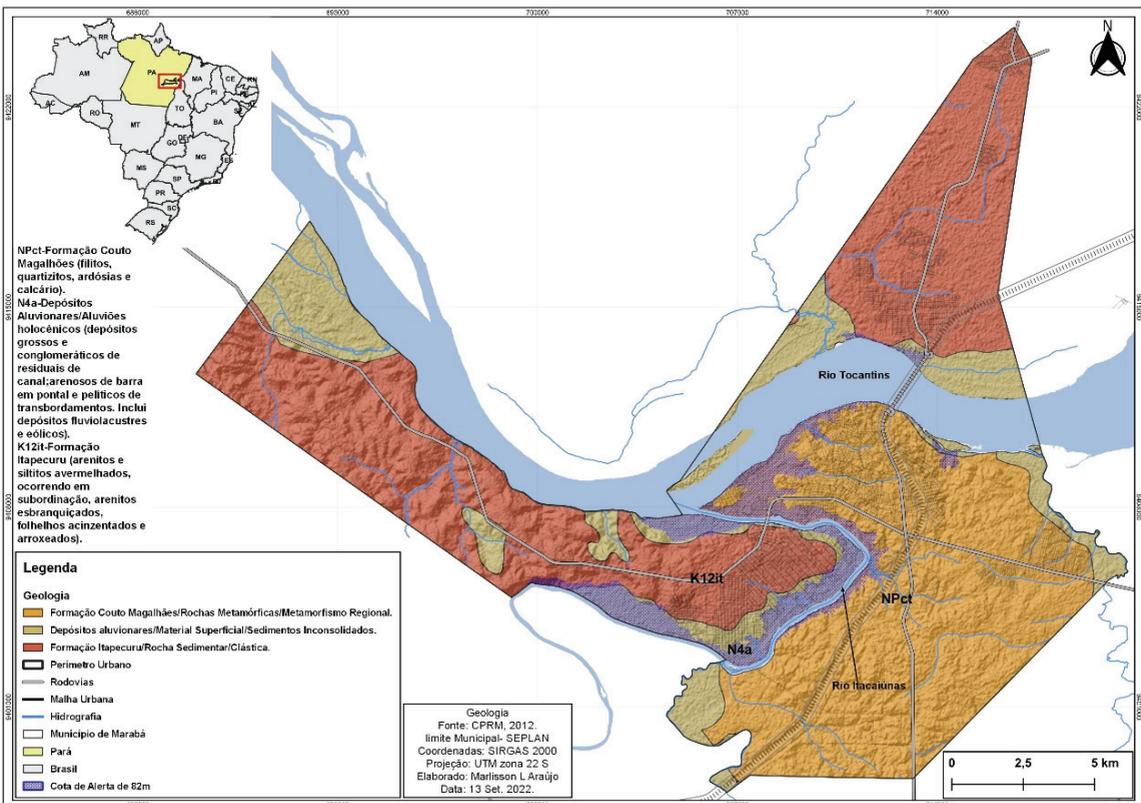


Fig. 6 - Mapa geológico do Perímetro Urbano de Marabá (Fonte: Elaborado pelo autor, com base em CPRM (2012).

Fig. 6 - Geological map of the Urban Perimeter of Marabá (Source: Prepared by the author, based on CPRM (2012).

variou entre 223,75mm a 371,94mm atrelado a esse aumento no volume das precipitações há um acréscimo considerável na vazão e no volume de água nos rios Tocantins e Itacaiúnas, que conseqüentemente extrapolam os limites de seus leitos normais para as áreas marginais (TABELA I e fig. 7).

TABELA I - Precipitação dos últimos 44 anos com destaque para as maiores e menores precipitações em vermelho e azul, respectivamente.

TABLE I - Rainfall over the last 44 years highlighting higher and lower precipitation values in red and blue, respectively.

	1978	1980	1990	2000	2010	2020
jan	332	249	307,1	230,9	259,22	226,7
fev	223,75	311,64	275,38	324,41	304,07	336,2
mar	266,45	371,94	362,63	349,86	334,22	366,2
abr	239,75	248,2	205,02	269,78	223,25	236,5
mai	76,4	74,78	104,16	163,66	101,06	64,7
jun	19,25	35,59	17,47	31,16	23,89	28,5
jul	13,2	7,65	23,45	15,68	16,8	0,8
ago	73,25	17,58	6,99	8,82	12,99	12,3
set	62,6	54,7	64,93	24,98	39,04	52,3
out	53,7	120,01	84,91	71,99	90,84	68,2
nov	91,45	151,71	175,05	115,21	166,26	218,2
dez	175,25	240,5	259,72	187,5	157,05	115,95

Fonte dos dados: Inmet, 2022 / Data source: Inmet, 2022.

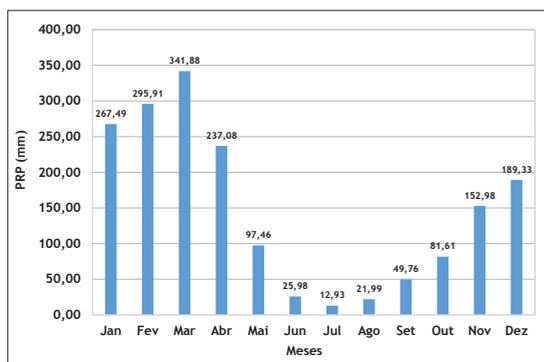


Fig. 7 - Precipitação média mensal de Marabá (1978 - 2021)
(Fonte dos dados: Inmet, 2022).

Fig. 7 - Average Monthly Rainfall in Marabá (1978 - 2021)
(Data source: Inmet, 2022).

Metodologia

A pesquisa documental e bibliográfica foi feita com visitas presenciais em bibliotecas municipais e via acesso digital na rede mundial de computadores. O levantamento digital permitiu realizar levantamentos de dados e documentos nos acervos digitais de instituições públicas e privadas, assim como a consulta em sites de organizações internacionais tais como: EM-DAT, UNISDR, CEPAL, CRED, EIRD, UNISDR, UNDRR; e sites de instituições públicas nacionais tais como: Ministério das Cidades (MINC), CEPED, CEMADEN, EMBRAPA, CPRM, ANA, SEDEC, IPT, UFSC, UFPA, UNIFESSPA, IBGE; sites de revistas e livros sobre o tema da dissertação e jornais de circulação regional como Diário do Pará, Diário de Carajás e Correio do Tocantins. Foram priorizados artigos científicos e trabalhos acadêmicos no tema e área de estudo.

Essas pesquisas foram realizadas com intuito de aprofundar os conhecimentos teóricos e conceituais sobre a temática, assim como levantar dados para a construção dos mapeamentos necessários para obter os resultados do trabalho, além disso, identificar as áreas mais afetadas pelas inundações e compreender as consequências negativas desse fenômeno na população e nas estruturas expostas vulnerável. Realizamos estudos de embasamento teórico em textos de diversos autores, com destaque para as análises que abordam os temas sobre inundações, risco de desastre, vulnerabilidade social, exposição, ameaça, susceptibilidade, bacia hidrográfica e precipitação.

Todos os mapeamentos deste trabalho foram realizados em laboratório com a utilização do software Qgis Hannover versão 3.16.6 - Quantum Geographic Information System. O Qgis é um software livre e gratuito de tratamento de informações geográficas. Para os mapeamentos realizados nesta dissertação foi utilizada como base uma imagem do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Naturais CBERS-4A (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura-WPM) com 2 metros de resolução espacial. A imagem foi adquirida gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> (TABELA II).

TABELA II - Características do Satélite Cbers 4.

TABLE II - Characteristics of the Cbers 4 Satellite.

Imagem	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução espacial	Resolução espectral	Data da Imagem	Cota do rio no dia da imagem
Cbers-4A	WPM	0,45-0,52µm (B) 0,52-0,59µm (G) 0,63-0,69µm (R) 0,77-0,89µm (NIR) 0,45-0,90 µm (PAN)	2m -8m	5-10m	27 de julho de 2021	4,42 m

Fonte dos dados: INPE, 2021 / Data source: INPE, 2021.

Mapeamento da exposição

Para a construção do mapa de exposição foi necessário adquirir as informações das construções expostas à inundação. Inicialmente foi realizado a vetoriza o das unidades construídas expostas (residências, comércios, bares, restaurantes, hotéis, prédios públicos, escolas, creches), tendo como parâmetro a cota de alerta mínima de 82m. Ou seja, foi mapeado cada moradia exposta localizada abaixo dessa cota de alerta. Esse mapeamento permitiu quantificar as unidades construídas localizadas nas áreas suscetíveis a ameaça de inunda o dos rios Tocantins e Itacaiúnas no perímetro urbano de Marabá.

Juntamente com as moradias expostas, também foram identificadas e mapeadas as ruas e avenidas localizadas abaixo da cota de alerta, esses dados foram reunidos no mapa de exposi o e em tabelas do Excel divididos por bairros e núcleos. Foram feitas visitas de campo durante o mês de janeiro de 2022 para obten o de imagens com uma câmera de celular das áreas inundadas bem como confirma o de campo das áreas susceptíveis   inunda o previstas na literatura.

Para valida o dos dados foram coletados pontos de GPS nos núcleos Marabá Pioneira, Nova Marabá, Cidade Nova e São Félix. Esses dados foram agrupados em uma tabela do Excel com informa o do número do ponto, rua/avenida, bairro, núcleo e eleva o do terreno.

Utilizou-se como parâmetro a identifica o da área exposta   inunda o sob influência da inunda o dos rios Tocantins e Itacaiúnas. Consideramos como áreas suscetíveis os que além de expostos apresentam a malha urbana (ruas pavimentadas e não pavimentadas) situadas na área inundável no perímetro urbano de Marabá. Ambos os mapas foram realizados em uma escala de 1:25.000.

Resultados e discussões

Na  rea urbana de Marabá, há um total de 6.583 unidades construídas expostas ao risco de inunda es. Essas unidades estão distribuídas da seguinte forma: 220 no núcleo urbano de São Félix, 1.527 no núcleo Nova Marabá, 2.684 na Marabá Pioneira e 2.152 no núcleo Cidade Nova, conforme apresentado na (TABELA III, fig. 8).

Na TABELA III, observa-se que algumas linhas estão destacadas em verde, indicando os bairros que apresentam maior quantidade de moradias expostas ao risco de inunda o em Marabá. Essa colora o visa chamar a aten o para áreas onde a vulnerabilidade   inunda o   significativa, ou seja, tem maior potencial (alto risco).

A análise da TABELA III revela que os bairros com o maior número de unidades construídas e ruas/avenidas expostas são Santa Rosa (1.398), Francisco Coelho (516) na Marabá Pioneira, Folha 33 (698) na Nova Marabá e bairro Da Paz (694) na Cidade Nova. Esses setores foram identificados

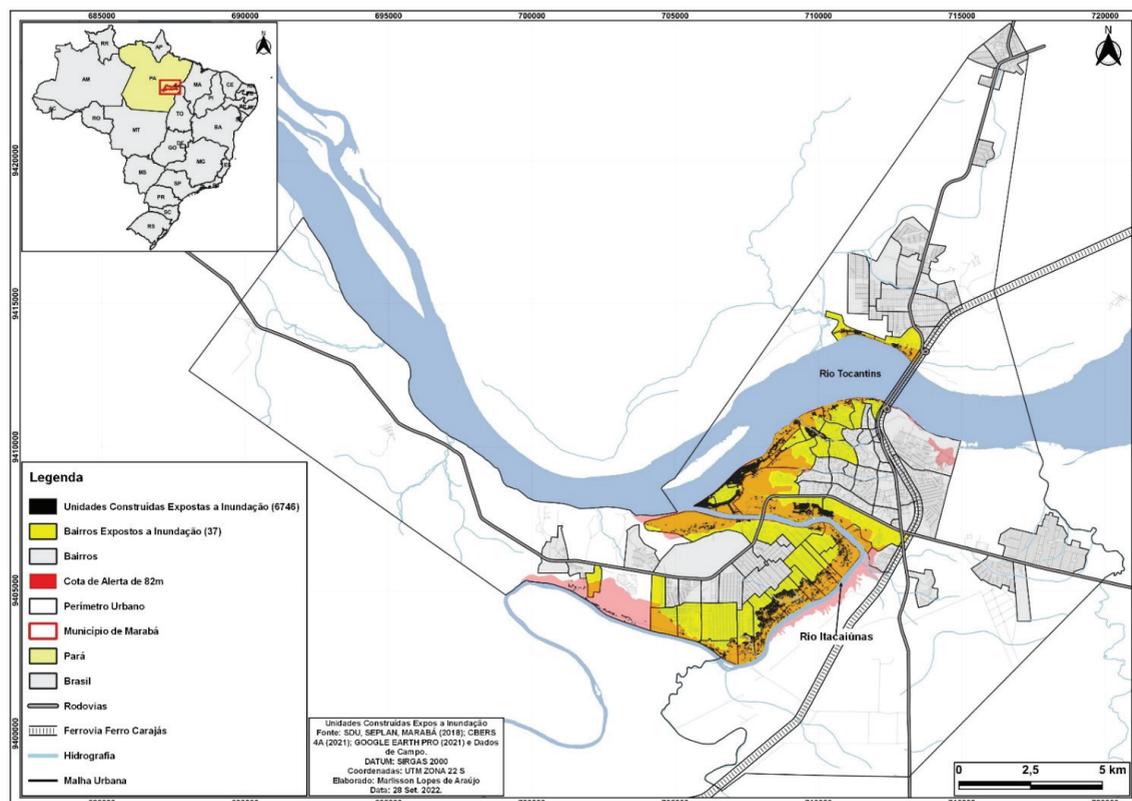


Fig. 8 - Mapa de Unidades Construídas e Bairros expostos a inunda o no perímetro urbano de Marabá.

Fig. 8 - Map of Built Units and Neighbourhoods Exposed to Flooding in the Urban Perimeter of Marabá.

territorium 31 (I)

TABELA III - Unidades Construídas e Ruas/Avenidas Expostos por Núcleo e Bairro.

TABLE III - Built Units and Exposed Streets/Avenues by Precinct and Neighbourhood.

Núcleo	Bairros	Moradias	Ruas/Avenidas
São Félix	São Félix I	112	Travessa São Miguel, Rua do Geladinho, rua 1º de Maio, Travessa Duque de Caxias e Rua São Félix.
	Geladinho	108	Rua e Estrado do Geladinho
Total: 220			
Nova Marabá	Folha 1	29	Rua da quadra 25
	Folha 6	125	Rua da quadra 48, Rua vila Maurino, Rua da quadra 25.
	Folha 8	14	Rua da quadra 14.
	Folha 13	94	Rua da quadra 1, Rua da quadra 24, Rua da quadra 3.
	Folha 14	174	Rua da Folha 14 (quadra G), Rua da quadra C, Avenida VP 3.
	Folha 25	54	Rua da quadra 6, Rua da quadra 1.
	Vila Militar	6	Rua Jacarandás.
	Varjão	43	Avenida Antônio Maia.
	Folha 33	698	Rua da quadra 34, Rua da quadra 14, Rua da quadra 4, Rua V Cento e Dois, Rua V cento e oito, Rua da quadra 29, quadra 33.
Folha 36	283	Rua cento e um, Rua cento e dois.	
Folha 35	7	ND	
Total: 1527			
Marabá Pioneira	Santa Rita	241	Rua Transmangueira, Travessa Coqueiro.
	Santa Rosa	1398	Avenida Pará, Travessa João Passondas de Carvalho, Rua São Pedro, Avenida Silvino Santis, Rua do Badeco, Travessa Augusto Dias, Rua Moisés Junior, Rua São João, Rua Samuel Monção, Rua Norberto de Melo, Travessa Antônio Pimentel, Rua Cinco de Abril, Avenida Marechal Deodoro, Travessa Nossa Senhora das Graças, Travessa Manoel Moreira, Travessa do Zizi, Travessa dos Coqueiros.
	Centro	103	Rua Benjamim Constant, Rua Magalhães Barata, Rua Bartolomeu Igreja, Avenida Marechal Deodoro, Avenida Getúlio Vargas, Travessa Santa Terezinha, Travessa João Abreu, Travessa Bartolomeu Igreja, Travessa Ambrósio, Travessa Augusto Dias, Rua Barão do Rio Branco.
	Francisco Coelho	526	Travessa Quinze de Novembro, Rua Barão do Rio Branco, Travessa Quinze de Novembro, Rua Cinco de Abril, Avenida Antônio Maia, Rua Quintino Bocaiúva.
	Vila Canaã	416	Avenida Getúlio Vargas, Rua Magalhães Barata, Rua Benjamim Constant, Travessa Santa Terezinha, Travessa João Abreu.
Total: 2684			
Cidade Nova	Amapá	146	Rua do Aeroporto, Rua do Areal, Rua das Cacimbas, Rua Beira Rio, Rua São Raimundo.
	Agrópolis do Inkra	55	Travessa do Pescador.
	Filadélfia	58	Rua Piauí, Rua 09, Rua Pernambuco, Rua 04 de Março, Avenida Itacaiúnas, Rua Recife, Rua 08.
	Vale do Itacaiúnas	184	Avenida Fortaleza, Avenida Rio Branco, Avenida Armando Brito, Rua Treze, Rua Doze, Rua Dezesesseis, Rua Piauí, Rua Dezesete,
	São Miguel da Conquista	30	Avenida Brasília, Avenida Amazonas.
	Belo Horizonte	126	Avenida Dois Mil, Rua João Pessoa, Rua Teresina, Rua Maranhão, Avenida Minas Gerais, Avenida Amazonas.
	Carajás II	134	Avenida Manaus, Avenida Minas Gerais, Rua Tuane, Avenida Tocantins, Rua Mato Grosso, Rua Belém.
	Carajás I	377	Rua Afro Sampaio, Rua Monte Alegre, Avenida Manaus, Rua Leblon, Rua Tupi, Rua Paraíba, Rua Alagoas.
	Da Paz	694	Avenida Vital Brasil, Rua Alagoas, Rua Maria da Conceição, Travessa Planalto, Avenida Cruzeiro do Sul, Rua das Palmeiras, Rua Santa Rita, Rua Salvador da Paz, Rua Planalto, Rua Cruzeiro do Sul.
	Novo Planalto	145	Avenida Boa Esperança, Rua Cecília Meireles, Rua Cruzeiro do Sul.
	Independência	105	Avenida Boa Esperança, Rua Alves Maciel, Avenida Antônio Vilhena, Rua Sororó, Rua Marília, Rua Maria Adelina.
	Jardim União	13	Rua Santa Rita.
	Bela Vista	7	Rua Nova Canaã, Rua Marabá.
	Propriedades Particulares/Chácaras	78	Rua Sororó/Beira Rio.
Total: 2152			

como estando total ou parcialmente inseridos na área inundável, considerando a cota de alerta mínima de 82 metros. Ao todo, foram identificados 37 bairros expostos à ameaça de inundação.

O núcleo urbano de São Félix é constituído por treze bairros, sendo que apenas dois (Geladinho e São Félix Pioneiro) é atingido pelas inundações do rio Tocantins. Neste núcleo a área afetada pela inundação totaliza 5,15 km² de seu território em área susceptível à inundação (TABELA IV). Esses bairros localizam-se a margem direita do rio Tocantins e surgiram a partir da década de 1970 em virtude da dinâmica econômica da região e a abertura de rodovias que dinamizaram o fluxo de pessoas para Marabá. Durante os eventos de

inundação mais relevantes os bairros foram afetados diretamente em virtude da sua proximidade com o rio, assim como sua topografia e declividade favorecem a intensidade do impacto desastroso na área. Em Janeiro de 2022, o rio tocantins atingiu a cota de 13,10m acima do seu nível normal e atingiu aproximadamente 220 unidades construídas, além de ruas, avenidas, passagens observado *in loco* durante a pesquisa de campo (fot. 1a/1b e fig. 9).

A TABELA IV apresenta a exposição ao alto risco de inundação no perímetro urbano de Marabá, destacando a área total urbana e a exposição por núcleo. Observe que, a área urbana total dos núcleos abrange 136,12km², dos quais 39,24km², estão expostos ao alto risco de inundação.

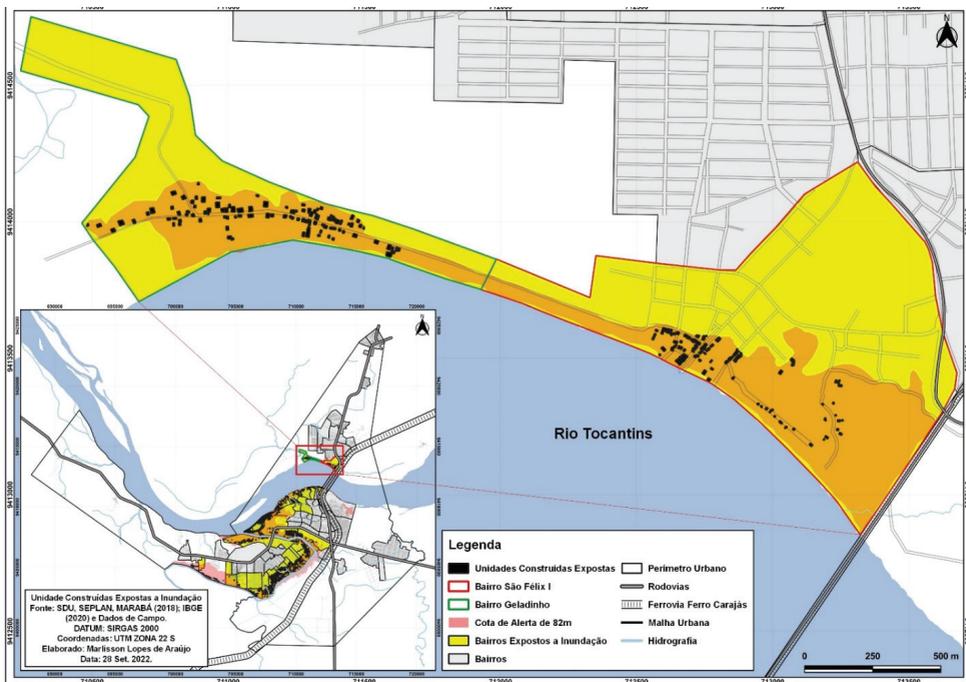


Fig. 9 - Mapa de Unidades Construídas e Bairros expostos a Inundação núcleo São Félix.

Fig. 9 - Map of Built Units and Neighbourhoods Exposed to Flooding São Félix Urban Centre.



Fot. 1 - Moradias expostas à inundação no Núcleo São Félix/2022 (Fonte: Arquivo do Autor, 2022).

Photo 1 - Houses exposed to flooding in São Félix Urban Centre/2022 (Source: Author's Archive, 2022).

Por outro lado, ao analisarmos os diferentes núcleos urbanos, observa-se que a exposição varia entre eles. O núcleo São Félix, com uma área total de 69,46 km², apresenta uma exposição de 5,15 km², representando 7,41% da área. Em contraste, o núcleo Cidade Nova, com uma área total de 41,66 km², registra uma exposição substancial de 29,66 km², alcançando 71,19% de sua área total.

No núcleo Nova Marabá, as áreas de alta ameaça de inundação abrangem uma área total de 3,27 km², como mostrado na (TABELA IV). Esse núcleo urbano é composto por 47 bairros, sendo que 19 deles são diretamente afetados pelas inundações dos rios Tocantins (margem esquerda) e Itacaiúnas (margem direita). Foram mapeadas aproximadamente 1.527 unidades construídas expostas a

TABELA IV - Exposição da área total e por núcleo ao alto risco de inundação no Perímetro Urbano de Marabá.

TABLE IV - Exposure of the total area and by core to high flood risk in the Urban Perimeter of Marabá..

Núcleo	Área Total	Área Exposta à inundação	Percentual da Área Exposta
São Félix	69,46 km ²	5,15 km ²	7,41%
Nova Marabá	22,74 km ²	3,27 km ²	14,37%
Marabá Pioneira	2,26 km ²	1,16 km ²	51,32%
Cidade Nova	41,66 km ²	29,66 km ²	71,19%

Fonte de dados: Prefeitura de Marabá, 2018/dados do autor.
Data source: Marabá City Hall, 2018/author's data.

inundação, além de ruas e avenidas, conforme ilustrado nas fotografias (fot. 2a/2b e fig. 10).

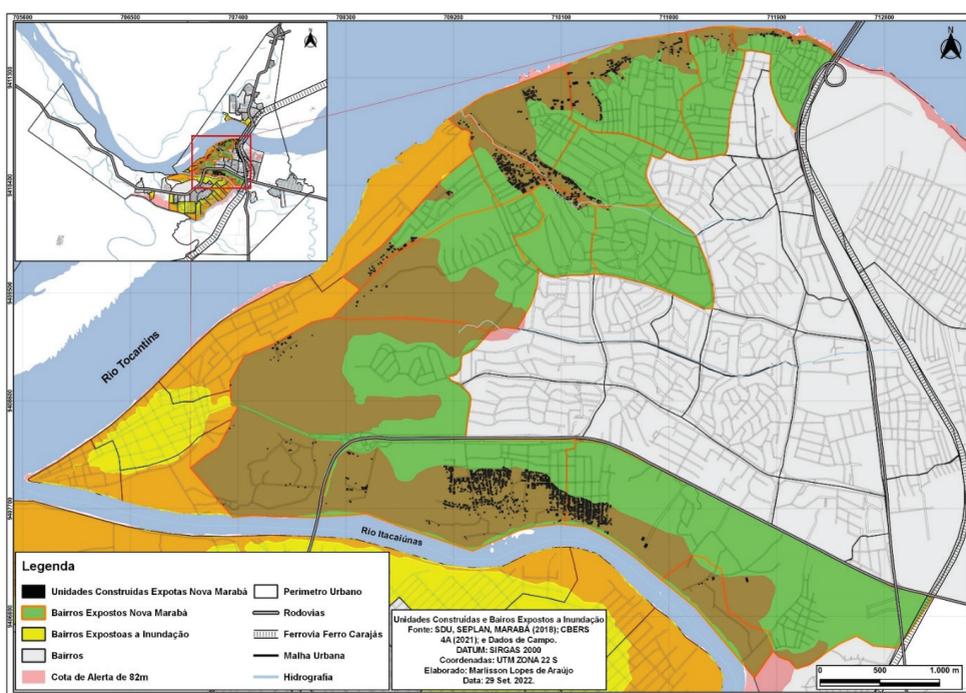


Fig. 10 - Mapa de Unidades Construídas e Bairros expostos a Inundação núcleo Nova Marabá.

Fig. 10 - Map of Built Units and Neighbourhoods Exposed to Flooding in Nova Marabá Urban Centre.



Fot. 2 - Moradias expostas a inundação na Folha 13 no Núcleo Nova Marabá (Fonte: arquivo do autor, 2022).

Photo 2 - Houses exposed to flooding in Folha 13 in Nova Marabá Urban Centre (Source: Author's Archive, 2022).

O núcleo da Marabá Pioneira é o mais antigo da cidade de Marabá, é constituído de cinco bairros, sendo que todos eles possuem elevada exposição as inundações dos rios Tocantins e Itacaiúnas. A área total afetada do núcleo Marabá Pioneira é de 1.16 km² (TABELA IV).

Esse núcleo possui uma baixa topografia que varia de 53 a 70 metros. Observa-se que essas áreas estão localizadas predominantemente na faixa de abrangência da cota de alerta de 82 metros, assim como em áreas de alta e média suscetibilidade a inundação. Foram mapeadas aproximadamente 2684 unidades construídas expostas a inundação, o bairro com maior quantitativo de exposição é o Santa Rosa com 1398 (fig. 11 e fot. 3a/3b).

O núcleo urbano da Cidade Nova é constituído de vinte e oito bairros, sendo que 14 deles está exposto a ameaça de inundação do rio Itacaiúnas. Foram mapeadas aproximadamente 2152 unidades construídas expostas no núcleo urbano, com 694 localizadas no bairro Da Paz; uma área de 29,66 km² expostos à inundação (TABELA IV). Este núcleo urbano localizado na porção centro-sul do perímetro urbano, tem constituído um dos principais vetores de ocupação do processo de expansão urbana da cidade de Marabá (fot. 4a/4b e fig. 12). A área de expansão urbana no núcleo Cidade Nova localiza-se na planície de inundação (leito maior) do rio Itacaiúnas e é periodicamente afetada pelo aumento no nível das águas do rio no

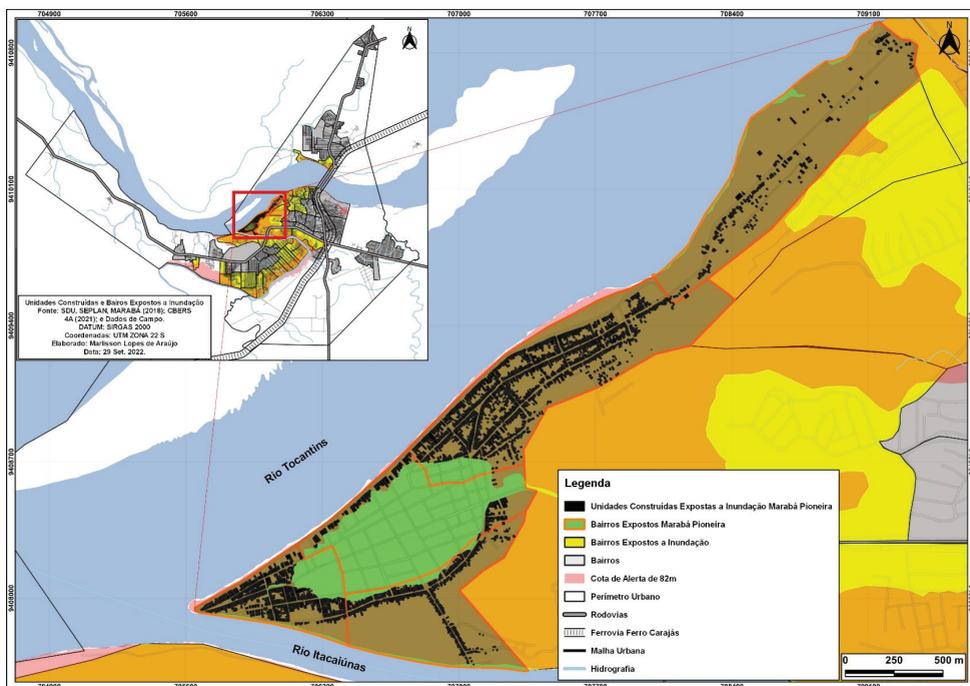


Fig. 11 - Mapa de Unidades Construídas e Bairros expostos a Inundação núcleo Marabá Pioneira.

Fig. 11 - Map of Built Units and Neighbourhoods Exposed to Flooding in Marabá Pioneira Urban Centre.



Fot. 3 - Moradias expostas a inundação no Núcleo Marabá Pioneira (Fonte: Arquivo do autor, 2022).

Photo 3 - Houses exposed to flooding in Marabá Pioneira Urban Centre (Source: Author's Archive, 2022).

período mais chuvoso. Essas áreas estão inseridas nos bairros que possuem maior suscetibilidade a ameaça de inundação do núcleo.

Apesar do tema de riscos e desastres sobre inundação serem estudados na Amazônia de forma extensiva nas cidades (Andrade *et al.*, 2017) ainda há lacunas sobre o detalhamento da exposição de unidades construídas. A compreensão da exposição pode ser entendida como parte do risco de desastres (UNISDR 2011) ou como parte da vulnerabilidade (Turner *et al.*, 2003). De todo modo em escala local pode-se obter essa informação a partir de vetorização ou de dados obtidos por mapeamentos colaborativos e participativos, que podem chegar ao nível de detalhamento dos equipamentos urbanos (ex.

residências, comércio, lojas, bares, restaurantes, escolas, prédios públicos) (Andrade e Szlafsztein 2015; Minucci *et al.*, 2020).

Tal como outras cidades na Amazônia, Marabá possui sua criação ligada a dinâmica fluvial. A formação da cidade as margens do rio e sua periódica inundação faz com que, quando as casas estão submersas, permaneçam fechadas; e é comum as famílias com melhor condição financeira, alugar casas nas áreas mais altas da cidade ou se mudarem para casa de parentes próximos (Vidal e Mascarenhas 2020).

Contudo no caso específico de Marabá a cidade desde os primórdios possui registro das grandes inundações, como em 1926, e mostra que edificar a área na atual Marabá

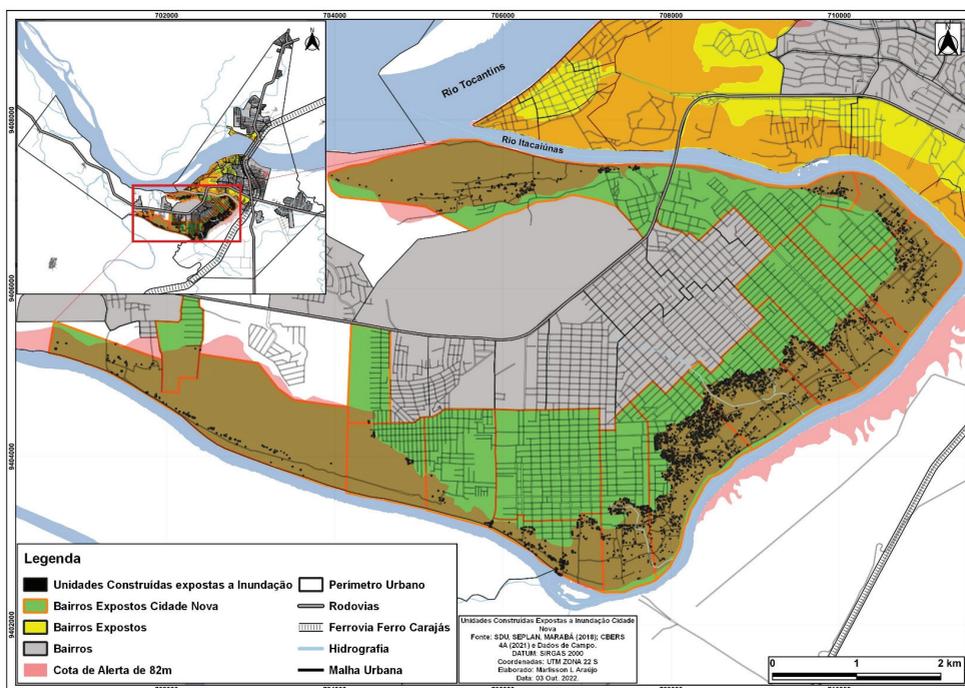
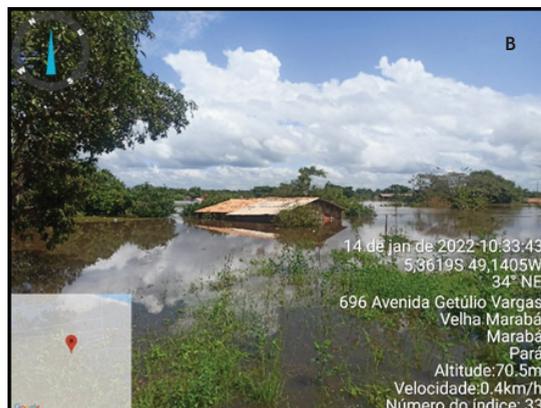


Fig. 12 - Mapa de Unidades Construídas e Bairros expostos a Inundação núcleo Cidade Nova.

Fig. 12 - Map of Built Units and Neighbourhoods Exposed to Flooding in Cidade Nova Urban Centre.



Fot. 4 - Moradias expostas a inundação no Núcleo Cidade Nova (Fonte: Arquivo do autor, 2022).

Photo 4 - Houses exposed to flooding in the Cidade Nova Urban Centre (Source: Author's Archive, 2022).

Pioneira seria expor as construções às inundações periódicas (Almeida 2011a). De acordo com este autor “[...] a memória local e as fontes documentais apontam a enchente de 1926, como uma das piores, além das de 1935, 1947, 1957, 1974, uma sequência de três anos entre 1977 e 1979 e a pior de todas, a de 1980, já na fase da implantação da Nova Marabá. Mais recentemente, as enchentes de 1990 e 1997 afetaram praticamente toda Marabá Velha”. Sendo que a partir da década de 70, os Núcleos Nova Marabá e Cidade Nova começavam a ser implantados. De acordo com Almeida (2011b) a expectativa era de que esses novos núcleos pudessem desmobilizar as pessoas das áreas mais baixas da Marabá Pioneira, o que não ocorreu. Portanto ao longo das décadas houve um aumento das áreas expostas, já que esses os novos núcleos também possuem áreas susceptíveis à inundações às margens do rio Itacaiúnas.

Instrumentos previstos em lei como o Plano Diretor (Lei Federal n.º 10.257/2001) que é o instrumento base para organização das cidades com mais de vinte mil habitantes e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal n.º 10.257/2012) precisam incorporar as ações de mapeamento de risco no planejamento municipal. No estado do Pará a cartografia de risco precisa estar integrada no planejamento das cidades visto os prejuízos orçamentários registrados em decorrência de desastres (Nina e Szlafsztein 2014).

Portanto a produção de uma cartografia de ameaça e de exposição nos permite avaliar de forma mais fiel quais e quantos diferentes elementos de infraestrutura estão em uma área afetada pela inundações. Ao analisar a exposição, devemos identificar as unidades construtivas que de alguma forma sofrem danos diretos, ou seja, que tem contato direto com a água. De todo modo, é possível também identificarmos objetos que possuem danos indiretos, ou seja, aqueles que não possuem um contato direto com a água, mas que é limitado em virtude por exemplo da interrupção de uma rua, que impede o tráfego de veículos.

É urgente na cidade de Marabá que o poder público elabore planos de gestão integrada dos riscos de desastres, pois esses instrumentos permitem compreender melhor o fenômeno e intervir de forma preventiva nas áreas de ocorrências desses eventos. Um instrumento fundamental é a cartografia de risco, que se constitui em uma ferramenta importante para uma visão integrada da área. Pois, a leitura dos mapas facilita a compreensão do fenômeno e agrupa as informações necessárias para fazer uma análise mais detalhada do lugar, informações que são relevantes em caso de situação de desastre. Esse mapeamento é um instrumento essencial para uma melhor gestão do risco de desastre na cidade de Marabá, visto que é uma ferramenta eficiente na leitura do espaço e para a elaboração de políticas públicas direcionadas a prevenção da comunidade.

Conclusão

O estudo realizado neste artigo teve como objetivo identificar e mapear os elementos expostos ao risco de inundações dos rios Tocantins e Itacaiúnas na área urbana de Marabá. Esse estudo é de extrema importância para contribuir com atividades de planejamento socioambiental, gestão territorial e de riscos na cidade de Marabá. A partir da identificação das unidades construídas, é possível implementar políticas de acompanhamento das famílias impactadas pelas inundações e propor alternativas de realocação para áreas mais seguras. Além disso, as autoridades governamentais, juntamente com os órgãos de defesa civil e a sociedade civil, devem buscar ações de mitigação de perdas. A participação da população no planejamento das ações propostas pelo governo é fundamental.

Referências bibliográficas

- Almeida, J. J. (2011). Os Riscos Naturais e a História: O Caso das Enchentes em Marabá (PA). *Tempos históricos*. Volume 15 - 2º Semestre, 205 - 238.
- Almeida, J. J. (2011). Políticas públicas e comunidades da Amazônia: o caso de Marabá (1970-2000). *Revista História & Perspectivas*, [S. l.], v. 24, n. 44.
- Almeida, L. Q. de (2010). *Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará (Tese Doutorado)*. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro/SP.
- Almeida, L. Q. de (2011). Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia (a science of the risks and vulnerabilities to geography). *Mercator*, v. 10, n. 23, 83 a 99-83 a 99. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/559>. Acesso em 22 Out. 2022.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso em: 20 Mar. 2022.
- Andrade, M. M. N. de (2014). *Capacidade adaptativa: uma proposição metodológica de avaliação da vulnerabilidade social às inundações (Tese Doutorado)*. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém.
- Andrade, M., Bandeira, I. C. N., Fonseca, D. D. F., Bezerra, P. E. S., Andrade, A. S., Oliveira, R. S. (2017). Flood

- risk mapping in the Amazon. In: Theodore Hromadka; Prasada Rao. (Org.). *Flood Risk Management*. 1ed. Rijeka: Intech, v. 1, 41-54.
- Andrade, M. M. N., Szlafsztein, C. F. (2015). Community participation in flood mapping in the Amazon through interdisciplinary methods. *Natural Hazards* (Dordrecht. Online) ^{JCR}, v. 78, 1491-1500.
- Araújo, J. A. C. o de (2014). *Cultura da terra, cultura das águas: O fenômeno da transumância em Marabá (PA) (Tese Doutorado)*. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10479/ARA%C3%A9AJO_Jos%C3%A9%20Augusto_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 21 Nov. 2022.
- Bentes, K. L. L. M. (2018). *Inundações em Marabá: avaliação estratégica para declarar situação de emergência (Dissertação de Mestrado)*. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, Belém.
- Câmara, R. K. C. (2012). *Previsão estocástica de nível fluviométrico para cidade de Marabá-PA: método de Box-Jenkins (Dissertação Mestrado em Ciências Ambientais)*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11022>. Acesso em: 10 Abr. 2022.
- Castro, A. L. C. de (2003). *Manual de Desastres: Desastres Naturais*. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Defesa Civil.
- Costa, J. A. da (2012). *Desenvolvimento de um sistema de alerta de enchente aplicado aos planos de defesa civil em áreas de risco no estado do Pará utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG), caso: cidade de Marabá (Dissertação Mestrado)*. Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém.
- 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*. [S. l.]: CPRM, 2012. Acesso em 08/12/2021.
- Goerl, R.F., Kobiyama, M. (2005). Considerações sobre as Inundações no Brasil. *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, João Pessoa. Anais... Porto Alegre, ABRH. Disponível em: https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inundacoes.pdf. Acesso em 12 Mar. 2022.
- Hora, S. B. da, Gomes, R. L. (2009). Mapeamento e avaliação do risco a inundações do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. *Sociedade & Natureza*, v. 21, 57-75. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/wvzfPmYwJXtsRBPWjHsrdJP/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 22 Ago. 2022.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011). *Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://urbanidades.arq.br/wp-content/uploads/2019/01/documentacao_censo_2010.pdf. Acesso em: 15 Nov. 2021.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- Miguez, M.G., Gregório, L. D., Veról, A.P. (2018). *Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos*. 1. ed. atual. Rio de Janeiro: Elsevier, ISBN 9788535287318, 340 p.
- Minucci, G., Molinari, D., Gemini, P. G. S. (2020). Enhancing flood risk maps by a participatory and collaborative design process. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 50, November 2020, 101747.
- Nina, A., Szlafsztein, C. (2014). Efeitos de desastres naturais ao desempenho orçamentário do estado do Pará. *Novos Cadernos Naea^{IRCC}*, v. 17, 265-285.
- Raiol, J. de A. (coord.) (2010). *Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Marabá - Pará, Belém*.
- Rodrigues, J. E. C. (2012). *O Clima e o Tempo na Amazônia*. Belém, Estudos Amazônicos.
- Röthlisberger, V., Zischg, A. P., Keiler, M. (2017). Identifying spatial clusters of flood exposure to support decision making in risk management. *Science of the total environment*, v. 598, 593-603, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717307374>. Acesso em: 02 Dez. 2022.
- Silva, C. R. da (2008). *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/seus@rj.cprm.gov.br>. Acesso em 21/03/2022.
- Szlafsztein, C., Marques, O., Maia, H., Prette, M., Fischenich, P., & Altieri, F. (2010). *Referências Metodológicas para mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: Mapeando as vulnerabilidades*. Brasília: MMA/GTZ, 59.
- Trindade Júnior, Saint-Clair C. (2010). Cidades na floresta: os “grandes objetos” como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. *Revista IEB*, n.º 50, 2010 set./mar., 13-138. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/ne815n0>. Acesso em: 25 Abr. 2022.
- Turner II, B., Matson, P., McCarthy, J., Corell, R., Christensen, L., Eckley, N., Hovelsrud-Broda, G., Kasperson, J., Kasperson, R., Luers, A., Martello, M., Mathiesen, S., Naylor, R., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A., Selin, H. e Tyler, N. (2003). Illustrating the coupled human-environment system for vulnerability

analysis: three case studies. *U.S. National Academy of Sciences*, v. 100, n. 14, 8080-8085.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013). *Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Capacitação básica em Defesa Civil*. - 4. Edição - Florianópolis: CAD UFSC.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (CEPED). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012. 2º ed. ver. ampl. - Florianópolis: UFSC, 126 p.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2011). *Hyogo Framework for Action Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*. Geneva: United Nation, 107 p.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2015) *The Pocket GAR 2015. Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management*. Geneva, Switzerland: UNISDR.

Vidal, M. R., Mascarenhas, A. L. S. (2017). Paisagens do município de Marabá a partir de uma visão geossitêmica. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, v. 1, 4417-4425. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1930>. Acesso em: 23 Nov. 2021.

Vidal, M. R., Mascarenhas, A. L. S. (2020). O melhor das enchentes é isso: outra percepção sobre as cheias do Tocantins. *Confins* [En ligne], 45. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.27854>