

Análise da vulnerabilidade social e avaliação de risco de inundação urbana de Itaituba-PA

Analysis of social vulnerability and risk assessment of urban flooding in Itaituba-PA

DOI:10.34117/bjdv9n4-024

Recebimento dos originais: 01/03/2023

Aceitação para publicação: 06/04/2023

Lino da Silva Vieira

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres na Amazônia da Universidade Federal do Pará (PPGGRD-UFPA)

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campos Universitário do Guamá, Belém – PA

E-mail: lino.ufra@gmail.com

Francisco de Souza Oliveira

Doutor em Geofísica na área de Métodos Sísmicos pelo Programa de Pós-Graduação em Geofísica da Universidade Federal do Pará

Instituição: Faculdade de Meteorologia - Universidade Federal do Pará (FAMET-UFPA)

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campos Universitário do Guamá, Belém – PA

E-mail: franciscogeof@gmail.com

Wilson da Rocha Nascimento Junior

Doutor em Desenvolvimento Sustentável

Instituição: Instituto Tecnológico Vale

Endereço: Belém – PA

E-mail: wilsonrocha81@gmail.com

Galdino Viana Mota

Doutor em Meteorologia pela University of Utah

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campos Universitário do Guamá, Belém – PA

E-mail: galdinov@ufpa.br

RESUMO

A análise de vulnerabilidade socioambiental de uma dada população é de extrema importância para se compreender o processo de ocupação e desenvolvimento dessas comunidades, assim como também avaliar a quais tipos suscetibilidade de riscos e ameaças naturais elas estão sujeitas. No presente trabalho se propôs realizar a análise da vulnerabilidade social e a avaliação do risco de inundação na área urbana na cidade de Itaituba-PA. Determinou-se o Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, em 90 setores censitários que compõe a malha urbana, foram analisadas 46 variáveis, da base de informações do censo demográfico do IBGE de 2010, indexados ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM e a Taxa de Dependência - TxD. Para a avaliação do risco de inundação urbana utilizou-se o Índice de Perigo Estimado de inundação - PE, foram identificados 32 pontos de inundação em 27 setores. Para

representar as altitudes da superfície topográfica e identificar as áreas de maiores vulnerabilidades, usou-se o Modelo Digital de Elevação – MDE, do projeto Topodata, da área urbana. Foi recortado a área de estudo e a elaboração do mapa de risco de inundação. Para melhor apresentação dos pontos de interesse, foi adicionado ao mapa: a hipsometria do terreno, a malha dos setores censitários e curvas de níveis com equidistância de 5 metros. Observou-se nos resultados que as desigualdades sociais entre os setores estão associadas as características do local, bem como, ao baixo acesso aos serviços públicos essenciais tais como: saúde, educação, infraestrutura, segurança e transporte. Foi constatado que quanto maior for a extensão da área inundável, maior será seu índice de PE. O mapa de hipsometria, demonstrou que as áreas de inundação, apresentam cotas altimétricas inferiores a 20 metros. Observou-se que o risco e perigo estimados são potencializados ao combinar áreas de alagamentos e maior vulnerabilidade social da população. A principal contribuição deste trabalho consiste na identificação das áreas vulneráveis ao risco de inundação, utilizando uma metodologia de baixo custo e fácil aplicação, para analisar áreas de vulnerabilidade e risco de inundação na cidade de Itaituba - PA.

Palavras-chave: risco de inundação, setores censitários, Itaituba, vulnerabilidade social.

ABSTRACT

The analysis of socio-environmental vulnerability of a given population is extremely important to understand the process of occupation and development of these communities, as well as to evaluate which types of risks and natural threats they are subject to. In the present work, we proposed to analyze the social vulnerability and flood risk assessment in the urban area of the city of Itaituba-PA. The Social Vulnerability Index - IVS was determined in 90 census sectors that make up the urban mesh, 46 variables were analyzed, from the information base of the IBGE demographic census of 2010, indexed to the Municipal Human Development Index - HDI and the Dependency Rate - TxD. For the urban flood risk assessment the Estimated Flood Hazard Index - PE was determined, 32 flood points were identified in 27 sectors. To represent the altitudes of the topographic surface and identify the areas of greatest vulnerability, the Digital Elevation Model - DPM, from the Topodata project, of the urban area was used. For a better presentation of the points of interest, the following was added to the map: the terrain's hypsometry, the mesh of census sectors and contour lines with 5-meter equidistance. The analysis of the map shows that the social inequalities among the sectors are associated with the characteristics of the location, as well as with the low access to essential public services such as health, education, infrastructure, security, and transportation. It was found that the greater the extension of the floodable area, the greater its PE index. On the map overlapping hypsometry, it was found that the flood areas, present altimetric quotas lower than 20 meters. It should be noted that, in the flood points that were evidenced in this study, the social vulnerability of the population that occupies such areas, are enhanced by the estimated risk and danger. The main contribution of this work consists in the identification of areas vulnerable to flood risk, using a low-cost and easily applicable methodology, for the analysis of the areas of vulnerability and flood risk in the urban area of Itaituba.

Keywords: inundation, census sectors, Itaituba.

1 INTRODUÇÃO

Os fenômenos hidroclimáticos intensos apresentam uma relação direta com os riscos de inundação (MEDEIROS, 2018). Para Lombardo e Freitas (2013) os fenômenos hidroclimáticos intensos têm relação direta com a vulnerabilidade social da população exposta a riscos.

Conforme citam Abreu e Zanella (2015) o uso e a ocupação do solo potencializa o processo de inundação, pois a ocupação de áreas urbanas tendem a apresentar ausência de infraestrutura adequada oferecendo maior susceptibilidade de riscos e ameaças naturais.

Monteiro et al. (2016) ressaltam que o crescimento dos centros urbanos, sem a intervenção do poder público municipal, com as questões de ordens ambientais e ocupação do solo, acarreta o surgimento das periferias em áreas de riscos, em especial as cidades localizadas às margens dos rios, que convivem com a sazonalidade dos regimes das cheias anuais, passando por episódios de inundação, alagamento ou deslizamento de encostas.

A característica de formação das cidades próximas aos rios, destaca-se pela facilidade de suprirem suas necessidades de água para o consumo, a comercialização de mercadorias, o transporte e a pesca (REIS, 2015). Porém, conforme cita Brubacher (2012), as ocupações as margens dos rios são vulneráveis por ocasião do período chuvoso.

Schumann e Moura, (2015), descrevem que a vulnerabilidade, os processos dinâmicos que envolvem ao menos três dimensões: “exposição aos fatores de riscos, capacidades internas e externas de reação e possibilidades de adaptação baseada tanto na intensidade do risco quanto na resiliência das pessoas”.

Conforme Tominaga, Santoro e Amaral, (2009) as inundações podem ser definidas como o transbordamento da água proveniente dos rios, lagos e açudes, proveniente de precipitação hídrica. O volume da d'água, atinge a cota máxima da calha do rio e transborda, inundando a planície de inundação ou leito maior do rio.

O Índice de Vulnerabilidade Social é um termo usado para descrever a exposição a um nível mais alto do que o normal de risco social. Quanto mais alto for o IVS, maior será sua vulnerabilidade social, e, portanto, maior a precariedade das condições de vida de sua população.

O risco de inundação pode ser particularmente preocupante para comunidades mais vulneráveis, quando ocorrem inundações em regiões de com alto índice de

vulnerabilidade social, podem causar danos materiais, destruir infraestruturas, e afetar significativamente a vida das pessoas e reduzir a qualidade de vida.

O objetivo deste trabalho é analisar a vulnerabilidade social da população ao risco de inundação na cidade de Itaituba – PA utilizando dados demográficos, dados de elevação topográfico da cidade de Itaituba e indicadores sociais (IVS, IDHM, TxD). A utilização do mapeamento das áreas vulneráveis, pode subsidiar no estabelecimento de metodologias de alerta e implementação de medidas de intervenção de defesa civil em situações de inundação (KOBAYAMA, 2006), através do mapeamento das áreas (setores censitários) com maior fragilidade a inundação a partir dos índices de vulnerabilidade social, perigo estimado e risco a inundação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada para a avaliação da vulnerabilidade social, associada ao risco de inundação urbana, fundamentou-se na abordagem metodológica do Índice de Vulnerabilidade Social, foi realizada uma seleção das variáveis da base de informação e dados demográficos e sociais dos 90 setores censitários censo demográfico do IBGE. IBGE 2010.

A metodologia empregada para elaboração do mapa com os pontos de maiores riscos de ocorrência de inundação e identificar os setores censitários mais críticos. O primeiro passo foi determinar o percentual das áreas inundadas nos setores pré-definidos sub a orientação da Coordenadoria Municipal de Proteção de Defesa Civil, o segundo passo foi a aquisição de imagens de satélite e reprojeção para o SIRGAS 2000/UTM - Zona 21S, o terceiro passo foi a aquisição de arquivos de Modelo de Elevação digital – MDE para a confecção do mapa com curvas de nível de 5 metros, confrontando com os setores de maiores riscos de ocorrência de inundação, com o software QGIS 3.6.

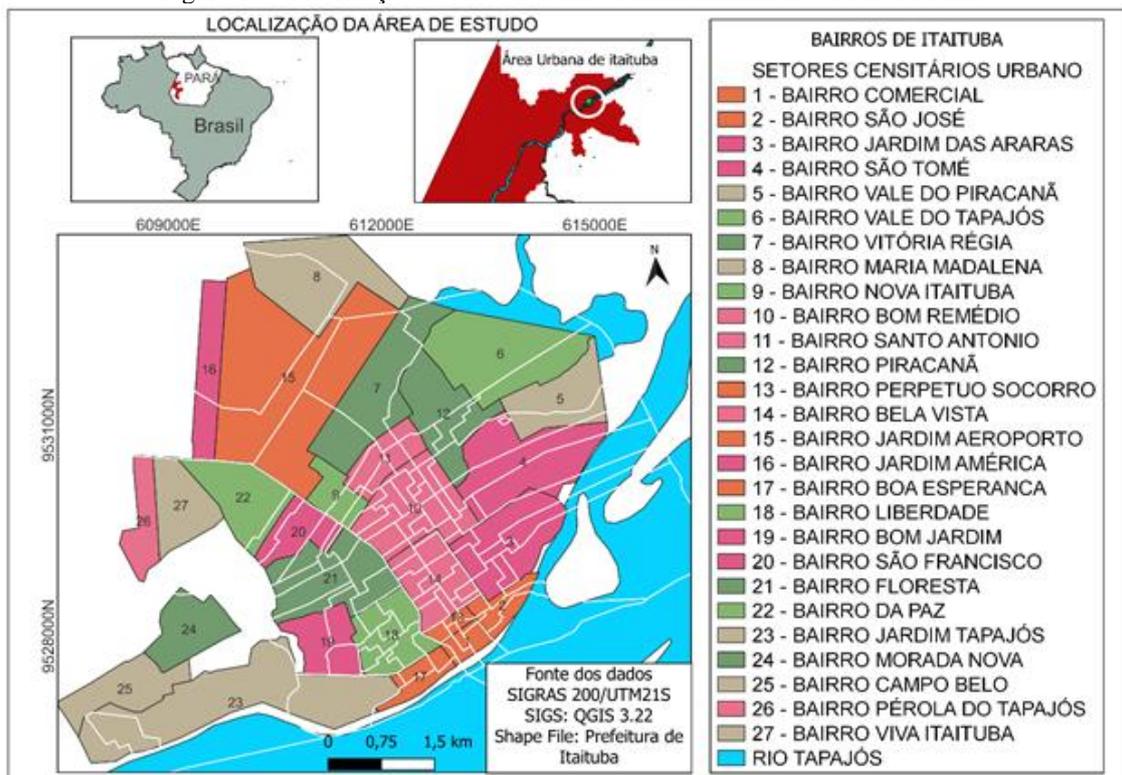
2.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Itaituba está localizado na mesorregião sudoeste do estado do Pará (Figura 1) e sua extensão territorial municipal abrange cerca de 62.041 km². A população do município é composta por 97.343 habitantes sendo o décimo quinto mais populoso do estado (IBGE, 2010). É considerada uma cidade de médio porte sendo um dos principais centros econômicos do oeste paraense destacando-se as atividades agropastoris e

mineração de ouro além das atividades comerciais associadas a distribuição de bens e serviços (IBGE, 2010).

Na Figura 1, temos o mapa com a representação da área de estudo e setores censitários da área urbana de Itaituba. “O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural” (IBGE, 2011).

Figura 1 – Localização da área de estudo contextualizada no estado do Pará.



Fonte: Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

Fonte: Secretaria municipal de infraestrutura de Itaituba - Limites dos bairros (2020).

Fonte: Elaboração Lino Vieira.

A área da sede municipal corresponde a 17,43m²e a população residente na área urbana é de 70.602 habitantes, representando 72,53% e uma população rural de 26.741, representando 27,47% (IBGE, 2010).

2.3 VALORES ESCALONADOS - NORMALIZAÇÃO DOS VALORES ABSOLUTOS DE UMA DADA UMA MATRIZ, EM VALORES RELATIVOS

Segundo Genovez (2005), foi utilizada uma metodologia para realizar o escalonamento dos valores da matriz. Nesse processo é realizado uma normalização dos

valores absolutos de uma dada uma matriz, em valores relativos entre 0 e 1. Conforme equações 1 e 2 abaixo.

$$\text{Amplitude} = \text{Maiorvalorobservado} - \text{Menorvalorobservado} \quad (1)$$

$$\text{Valorescalonado} = \frac{\text{Maiorvalorobservado} - \text{Menorvalorobservado}}{\text{Amplitude}} \quad (2)$$

De acordo com Hora e Gomes (2009), foi utilizada uma metodologia para determinar a classificação do risco de inundação, esta estabelece critérios de risco considerando a proporcionalidade da extensão associado aos registros significativos nos últimos cinco anos (Tabela 1 abaixo).

Tabela 1 - Critérios para a determinação da extensão em relação ao potencial de causar danos

Probabilidade de Inundação	Descrição
Baixa Extensão	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (<i>sem registros significativos nos últimos 5 anos</i>).
Média Extensão	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos, média frequência de ocorrência (<i>com registro de 1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos</i>).
Grande Extensão	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, média frequência de ocorrência (<i>com até 2 registros de ocorrências significativas nos últimos 5 anos e envolvendo moradias, desalojando e/ou desabrigando moradores nessas áreas de riscos</i>).
Muito Grande Extensão	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, potencialmente sociais, alta frequência de ocorrência (<i>com pelo menos 3 registros de ocorrências significativas nos últimos 5 anos e envolvendo moradias, desalojando e/ou desabrigando moradores nessas áreas de riscos</i>).

Fonte: Com adaptação de Hora e Gomes (2009).

2.4 ÍNDICE DE PERIGO

A metodologia descrita por Goerl, Kobiyama e Pellerin (2012), foi utilizada para determinar o índice de perigo estimado - PE e Índice de Risco de inundação – IR.

O perigo de inundação está associado ao percentual da área inundada. O índice de Perigo Estimado – PE é a razão entre a extensão ou percentual de área inundada, dividida pelo total da área em cada setor. Equação 3 abaixo:

$$PE = \frac{AI}{AT} \quad (3)$$

Onde: PE - perigo estimado;

AI - área inundada;

AT - área total.

2.5 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL

Para determinação Índice de Vulnerabilidade Social IVS, foi utilizada a metodologia descrita por Mendes (2013), que utiliza informações socioeconômica e infraestrutura dos setores censitários, associada aos indicadores das variáveis da base de informação do censo demográfico do IBGE (2010), mais o IDHM. A Taxa de Dependência - TxD.

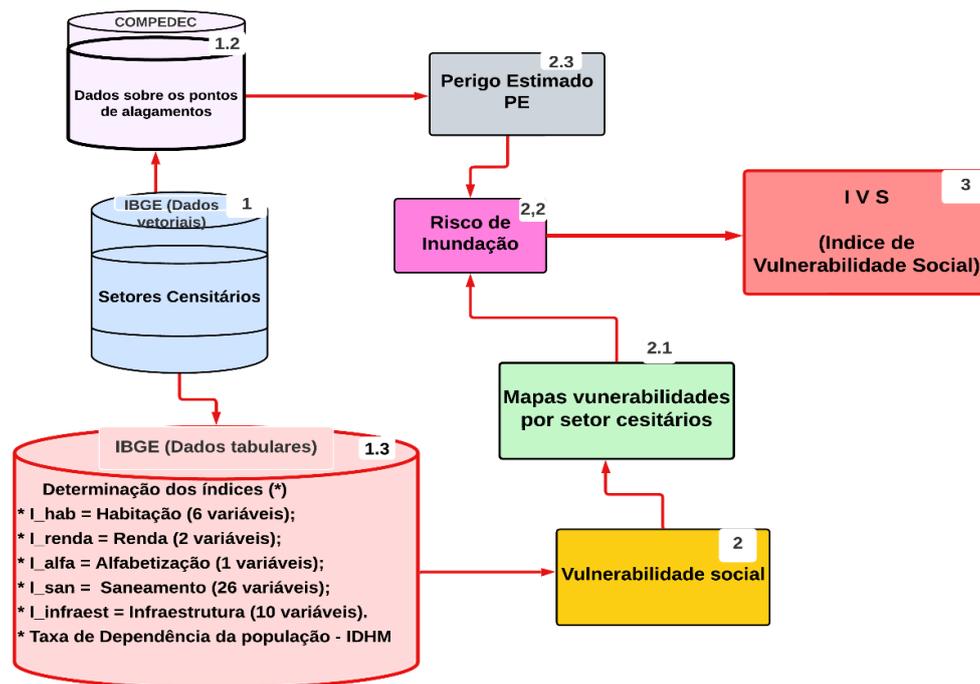
A variável Taxa de Dependência (TxD), foi indexada para estimar o índice de Renda (I_renda).

$$TxD = \frac{(Totaldepeessoasde0a12anos)+(totaldepassoasmaiorde65anosdeidade)}{Totaldepeessoasentre13e64anosdeidade} \times 100 \quad (4)$$

Fonte: Ripsa.org.br. (com adaptação do autor).

Para determinar o Índice de Vulnerabilidade Social - IVS, primeiro foram estimados cinco mapas com os índices de vulnerabilidades: I_hab = Habitação; I_renda = Renda; I_alfa = Alfabetização; I_san = Saneamento e I_infraest = Infraestrutura, para cada setor censitário. Com os dados dos cinco índices de vulnerabilidade, elaborou-se o mapa com o IVS geral para a área urbana de Itaituba, foi estabelecido a metodologia conforme apresentada na figura 2 abaixo.

Figura 2 – fluxograma para determinação do IVS



Fonte: Elaboração Lino Vieira.

2.6 DEMONSTRAÇÃO DO FLUXO DAS FORMULAS PARA CALCULAR O IVS

Para determinação do índice de habitação, foi elaborado conforme equação 5 abaixo:

$$I_{hab} = \frac{V_{006} + V_{007} + V_{008} + V_{009} + V_{010} + V_{011}}{IDHM} \quad (5)$$

Onde:

I_{hab} = índice de habitação;

V_{006} até V_{011} = são as variáveis em estudo do índice de habitação;

IDHM = índice de desenvolvimento humano do município de Itaituba.

Para determinação do índice de renda, foi elaborado conforme equação 6 abaixo:

$$I_{renda} = \frac{V_{001} + V_{002} + TxD}{IDHM} \quad (6)$$

Onde:

I_{renda} = índice de renda;

V_{001} e V_{002} = são as variáveis em estudo do Índice de renda;

TxD = Taxa de Dependência

IDHM = índice de desenvolvimento humano do município de Itaituba.

Para determinação do índice de alfabetização, foi elaborado conforme equação 7 abaixo:

$$I_{alfa} = \frac{V_{001}}{IDHM} \quad (7)$$

Onde:

I_{alfa} = índice de alfabetização;

V_{001} = variável em estudo do Índice de alfabetização;

IDHM = índice de desenvolvimento humano do município de Itaituba.

Para determinação do índice de saneamento, foi elaborado conforme equação 8 abaixo:

$$I_{san} = \frac{V_{013} + V_{015} + V_{019} + V_{020} + V_{021} + V_{034} + V_{037} + \dots + V_{260}}{IDHM} \quad (8)$$

Onde:

I_{san} = índice de saneamento;

V_{013} até V_{260} = são as variáveis em estudo do índice de saneamento;

IDHM = índice de desenvolvimento humano do município de Itaituba.

Para determinação do índice de infraestrutura, foi elaborado conforme equação 9 abaixo:

$$I_{infraest} = \frac{V_{009} + V_{011} + V_{013} + V_{015} + \dots + V_{046} + V_{221} + \dots + V_{225}}{IDHM} \quad (9)$$

Onde:

$I_{infraest}$ = índice de infraestrutura;

V_{009} até V_{225} = são as variáveis em estudo do índice de infraestrutura;
IDHM = índice de desenvolvimento humano do município de Itaituba.

Para determinação do índice IVS, foi elaborado conforme equação 10 abaixo:

$$IVS = I_{hab} + I_{renda} + I_{alfa} + I_{san} + I_{infra}$$

(10)

2.7 ÍNDICE DE RISCO

O Índice de Risco - IR, é a multiplicação entre o PE e IVS. Com este método determina-se o Índice de Risco para os setores censitários segundo a equação 4, abaixo.

$$IR = IVS \times PE$$

(11)

Onde: IR – índice de risco;
IV – índice de vulnerabilidade e;
PE - perigo estimado.

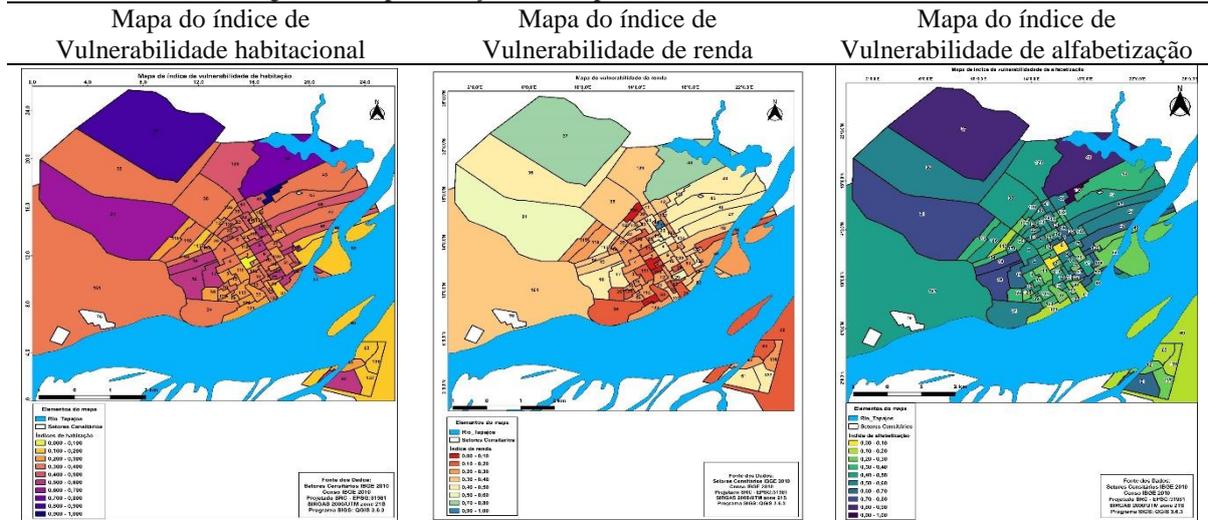
A Figura 3, traz um fluxograma esquematizando todas essas etapas do processamento, desde a aquisição dos dados, classificação das áreas de inundação, processamento e elaboração do mapa de perigo estimado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a Orientação dos técnicos da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Itaituba. Entre os 90 setores censitários urbano, foram levantados 27 Setores com pontos de inundações, dentro desses 27 setores, foram identificadas 32 áreas com suscetibilidade a inundações e elaborado o mapa com o percentual das áreas inundadas em seus respectivos setores censitários.

Schumann e Moura, (2015), cita como vulnerabilidade, os processos dinâmicos que envolvem ao menos três dimensões: “exposição aos fatores de riscos, capacidades internas e externas de reação e possibilidades de adaptação baseada tanto na intensidade do risco quanto na resiliência das pessoas”. Neste sentido a vulnerabilidade se materializa não somente na concentração ou ausência de acesso à renda, mas na desigualdade de políticas públicas e sociais, disponíveis e acessíveis para todos que estão presente em um mesmo espaço geográfico. Figuras 5 e 6, abaixo.

Figura 5 – representação dos mapas dos índices de vulnerabilidades



o mapa do índice de vulnerabilidade de habitação dos 90 setores censitários em estudo, os três setores com maiores Índices de vulnerabilidade: o setor 40 com 0,762, o setor 37 com 0,801 e o setor 129 com Índice igual a 1.

Os setores que apresentaram os menores índices foram: o setor 60 com 0,113, o setor 137 com 0,136 e o setor 116 com o Índice 0,149.

O índice de vulnerabilidade da renda, foi utilizada duas variáveis somando o total de pessoas maior de 10 de idade, com renda até um salário mínimo mais a taxa de dependência e o IDHM.

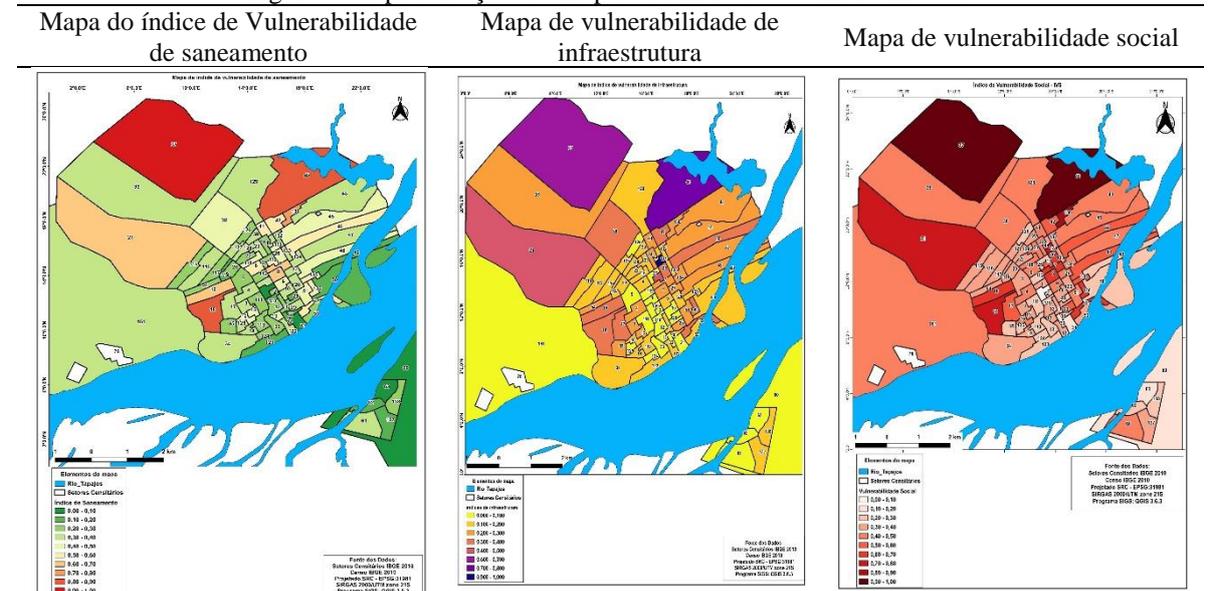
Esta relação tende a mostrar o Índice de vulnerabilidade através das características entre a quantidade de pessoas responsável pela manutenção da casa e sua relação com a dependência das despesas mensais em relação aos valores percebidos por setor

O Índice de vulnerabilidade de alfabetização levou em consideração o total de pessoas alfabetizadas com 5 anos ou mais.

Os setores que apresentaram os maiores índices foram o setor 40, com 1.7244 moradores e alfabetização de 1.201 pessoas, com índice 0,861; o setor 37 com 1.898, moradores e alfabetização de 1237 pessoas, apresentou o índice de 0,887; o setor 129 com 2.176 moradores e alfabetização de 1385 pessoas, apresentou o índice 1.

Fonte: Organizado através da base de informações do censo demográfico do IBGE (2011) e Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

Figura 6 – representação dos mapas dos índices de vulnerabilidades



Para elaboração do mapa de estimar o índice de vulnerabilidade de saneamento básico, foram utilizadas 46 variáveis do Censo 2010 do IBGE, foram utilizados Índice que teve o objetivo de investigar a vulnerabilidade da população em cada setor, levou em consideração a forma de abastecimento de água, condições de esgotamento sanitário, tipos de fossas existentes, moradia sem banheiro, fatores e condições de coleta de lixo ou se há lixo acumulado nos logradouros.

Para elaboração do mapa do Para estimar o índice de infraestrutura, foram utilizadas 10 variáveis, que leva em consideração as seguintes infraestrua urbana, Calçada, pavimentação, energia elétrica e iluminação pública. São fatores que condicionam melhor qualidade de vida e segurança para os moradores, a falta dessas infraestruturas, tende a elevar o índice de vulnerabilidade não só à inundação bem como à saúde pública de toda a comunidade.

O Índice de Vulnerabilidade Social - IVS, procura destacar diferentes situações como a característica da habitação (própria, financiamento, alugada ou cedida), renda (dependência por membros da família), alfabetização (pessoas alfabetizadas acima de 05 anos), saneamento básico (fornecimento de água, coleta de lixo, esgotamento sanitário) e infraestrutura urbana (sistema de drenagem, iluminação pública, energia elétrica), por meio de um conjunto de indicadores relacionados, pretende-se nesse contexto, analisar a existência ou a ausência ou a insuficiência de alguns desses fatores que condicionam o bem-estar dos cidadãos.

Fonte: Organizado através da base de informações do censo demográfico do IBGE (2011) e Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

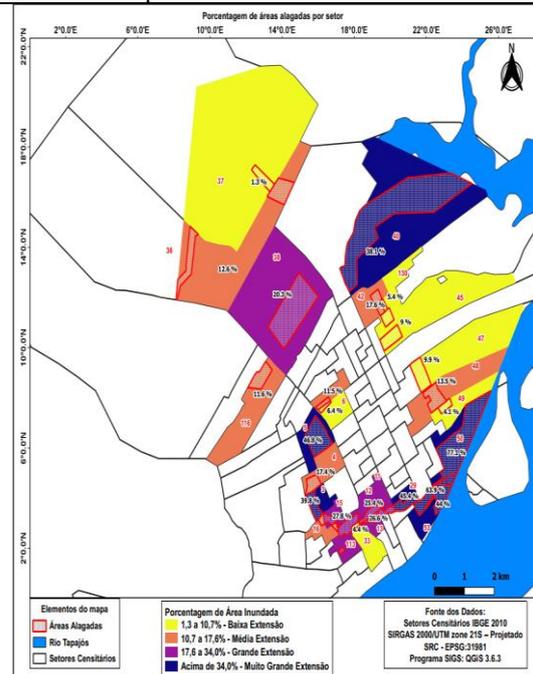
3.1 ÍNDICE DE RISCO DE INUNDAÇÃO - IR

Para determinar o IR, aplicou-se a metodologia utilizada por (GOERL; KOBAYAMA; PELLERIN, 2012). Vale ressaltar que os índices de Perigo Estimado – PE, foram determinados em função das áreas inundadas de seus respectivos setores censitários. A figura 8, apresenta o IR, o índice de risco, é formado pelo Índice de vulnerabilidade multiplicado pelo índice de perigo ($IR = IV \times PE$).

A classificação do risco de inundação, levou em consideração a extensão ou porcentagem de área alagada em cada setor censitário, quanto maior a área inundável maior será seu Índice, representando maior risco.

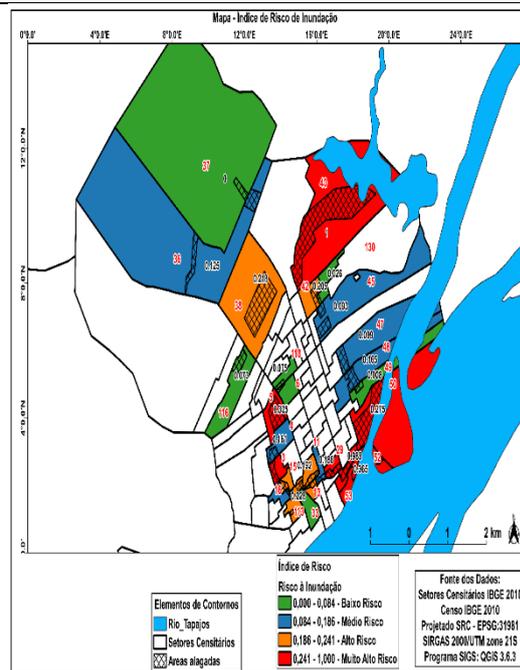
Figura 7 – Mapa do índice de risco de inundação

Mapa da porcentagem de área inundada e o potencial de causar danos



A porcentagem das áreas que sofrem inundação, não apresentou registro registros significativos nos últimos 5 anos.

Mapa do Índices de Risco (IR) de inundação



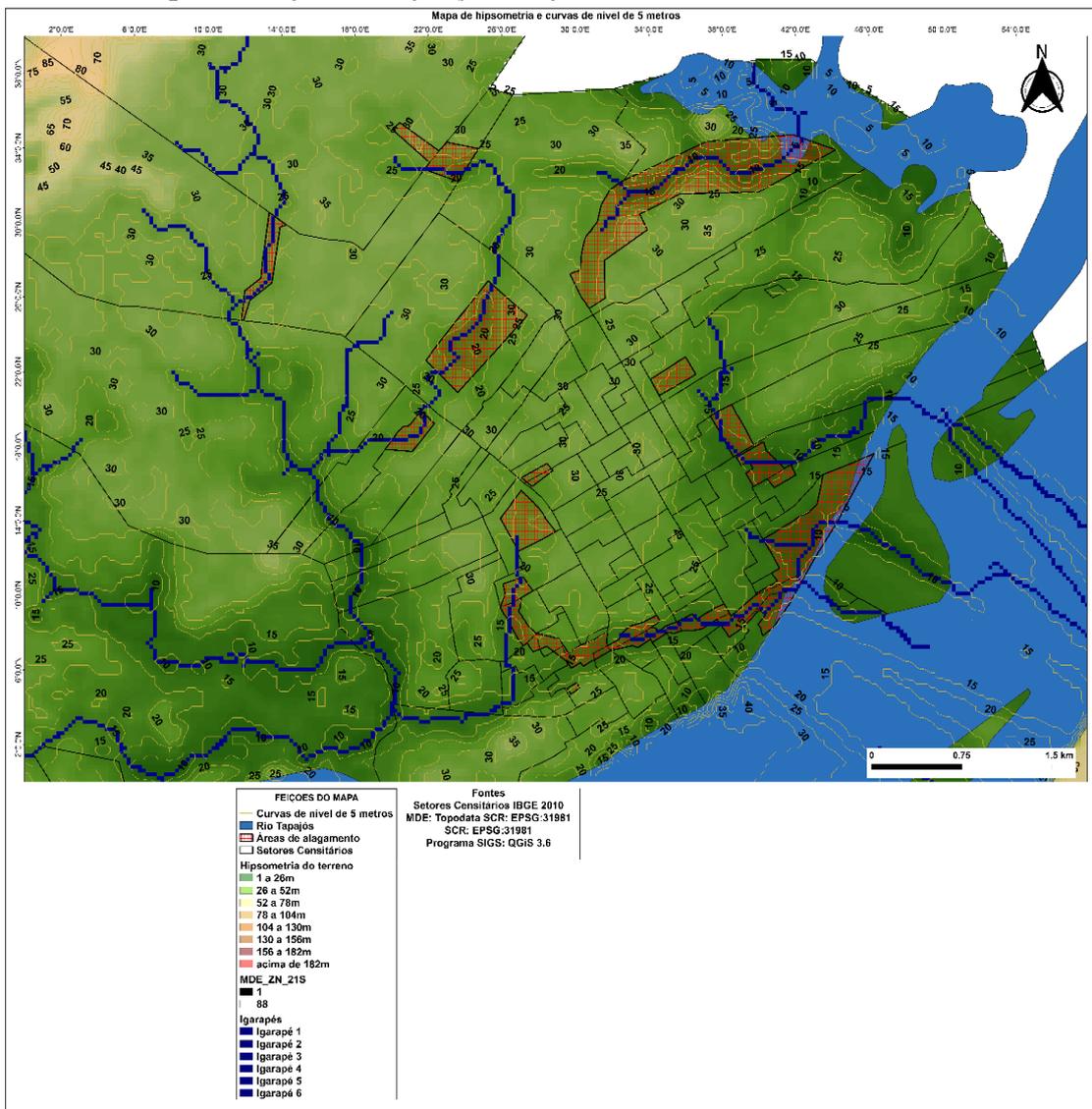
A classificação de acordo com a extensão ou porcentagem de área alagada de 0 a 20% - Baixo risco; a extensão ou porcentagem de área alagada de 20 a 30% – Médio risco; a extensão ou porcentagem de área alagada de 30 a 40% Alto risco e a extensão ou porcentagem de área alagada acima de 40% Muito alto risco.

Fonte: Organizado através da base de informações do censo demográfico do IBGE (2011) e Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

3.2 MAPAS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DE ITAITUBA

Para a confecção dos mapas do relevo sombreado e das microbacias internas na área urbana, foi utilizado arquivo de Modelo de Elevação digital – MDE - Topodata, com extensão Geo.tif e sistema de coordenadas geográficas DATUM WGS84. Para a confecção do mapa foi definido a equidistância entre os contornos de 5 metros. Na figura 8, são representados pelas curvas de nível com equidistância de 5 metros.

Figura 8 - Mapa de sobreposição de hipsometria e curvas de nível de 5 metros

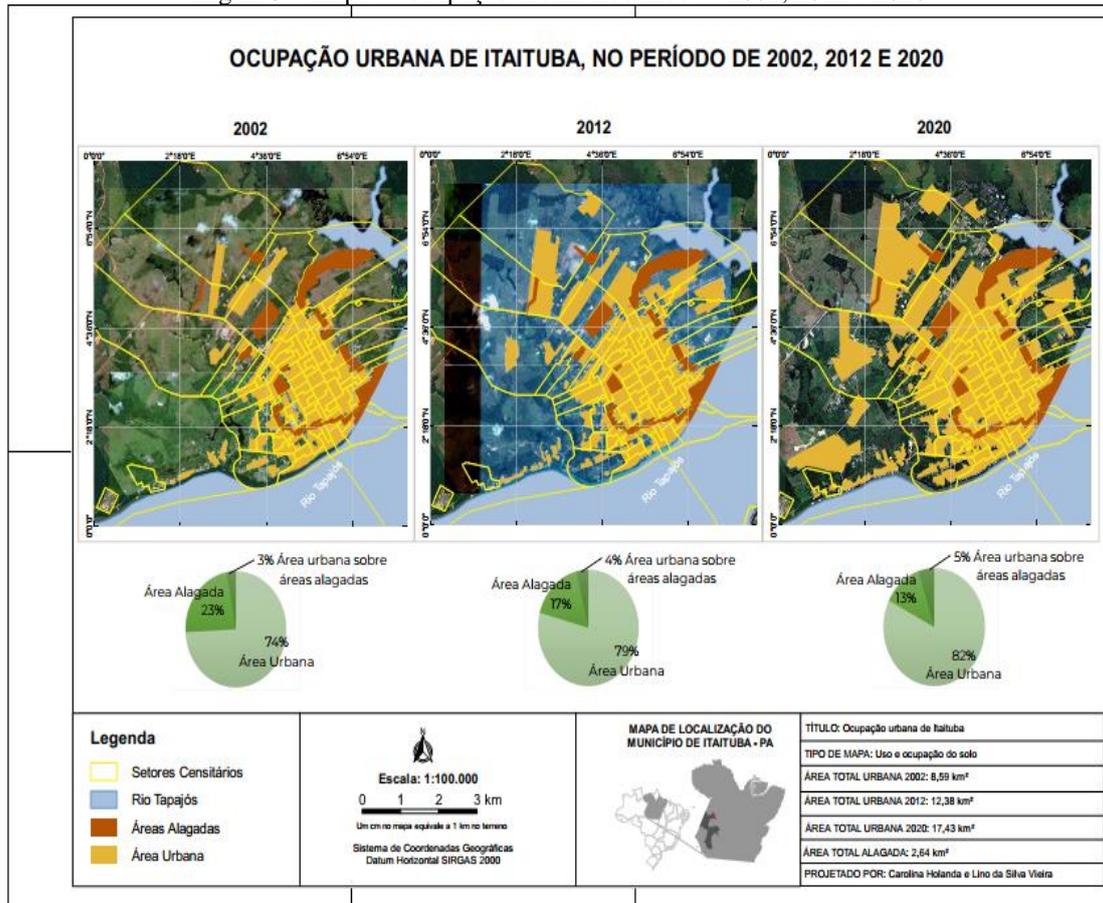


Fonte: Imagem MDE Topodata e Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

3.3 MAPA DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO URBANO DE ITAITUBA

Na figura 9 abaixo, temos a ocupação urbana nos anos de 2002, 2012 e 2020, observa-se nas imagens que na medida que aumenta o aumento da população urbana, também aumenta o percentual de ocupação em áreas de alagamentos. No ano de 2002, 3% da área urbana estava localizada em área de risco de alagamento. No ano de 2012, esse valor passou para 4%, já em 2020, passou para 5% da área urbana.

Figura 9 - Mapa de ocupação urbana nos anos de 2002, 2012 e 2020

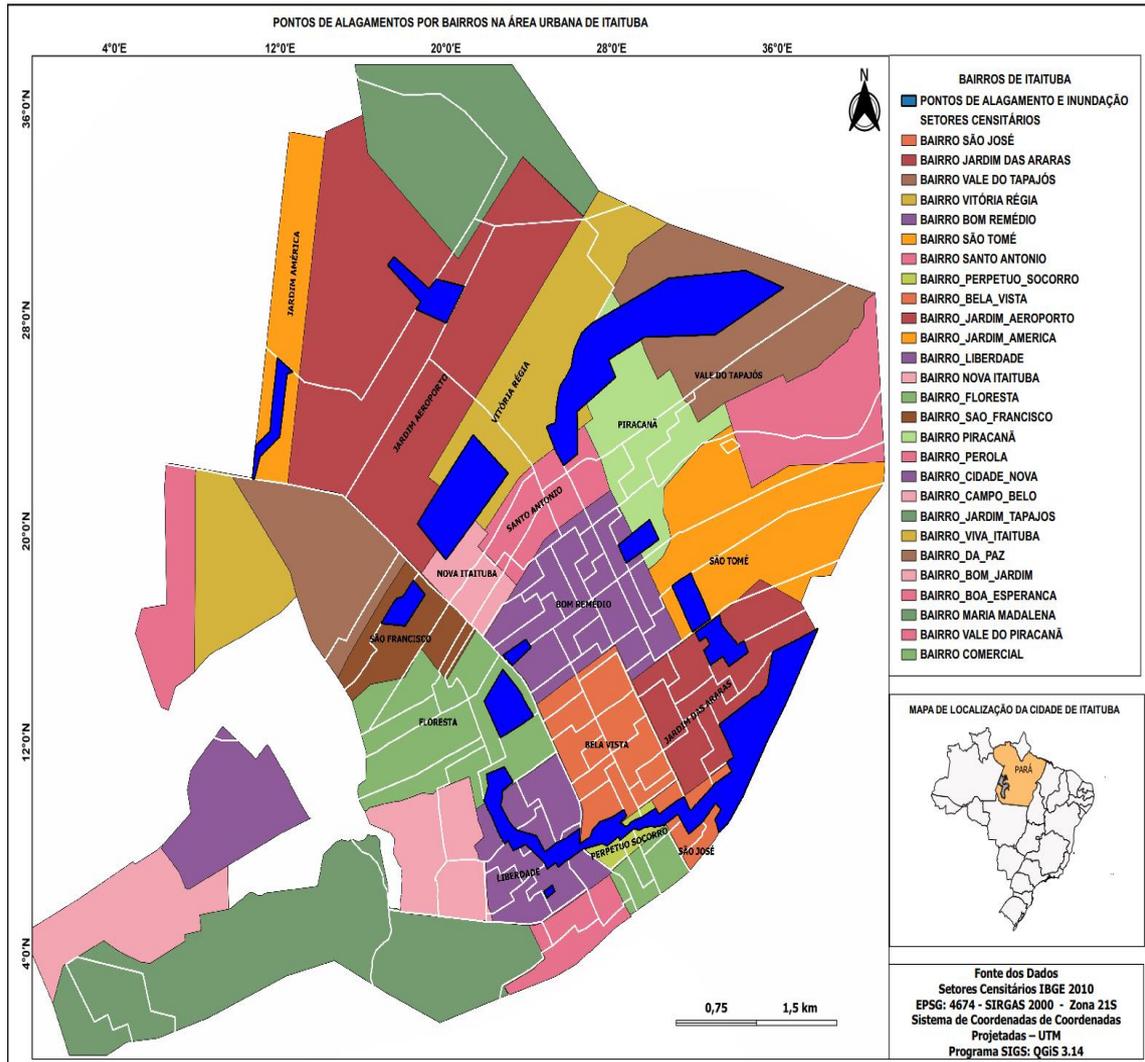


Fonte: Adaptado de Imagens Google e Malha dos setores censitários do IBGE (2010).

O quantitativo de residência e população em cada setor, somando um total de 5.868 residências e de 26.248 pessoas, evidenciam que há um grande número de pessoas exposta ao risco.

Na figura 10, apresenta os pontos de alagamentos e sua distribuição por bairro na área urbana de Itaituba, sua localização em cada bairro, juntamente com as delimitações dos setores censitários, uma vez que estes setores foram a base para elaboração dos mapas de risco da área urbana de Itaituba.

Figura 10 – Mapa dos pontos de alagamento e inundação na área urbana de Itaituba-Pa



Fonte: Malha dos setores censitários do IBGE (2010) e dados da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Itaituba (2020).

5 CONCLUSÃO

O método utilizado para a análise da vulnerabilidade social e a avaliação do risco de inundação da área urbana de Itaituba-PA, demonstrou que os mapas de vulnerabilidade social, mapa de Perigo e de Risco inundação, foram essenciais para identificar os setores censitários com maior número de pessoas em expostas a vulnerabilidades e riscos a inundações.

O mapa de curva de nível (figura 8), foi fundamental para colaboração dos resultados. A localização urbana de Itaituba, encontra-se em um ponto com altitude de 15 metros a cima nível do mar. A expansão da área urbana, ocorreu com a ocupação das planícies de inundação, neste contexto a cota altimétrica, favorece as constantes inundações, somando um total de 16 bairros, sendo que em especial os bairros: São José,

Liberdade, Jardim das Araras, Perpetuo Socorro, Vale do Piracaná e Bela Vista, que apresentam maior vulnerabilidade ao risco de inundação.

Conforme apresentado na figura 9, onde o crescimento urbano de Itaituba, se desenvolveu com a ocupação das áreas com probabilidade de riscos, e ao analisar o mapa de curva de nível (figura 8), foi observado que as ocupações em áreas com altimetria abaixo 20m, encontram-se dentro das áreas de risco de inundações. Entre os anos de 2002 a 2020, a porcentagem de área urbana alagada passou de 3% da área urbana para 5% da área urbana e que a população exposta ao risco de inundação, somam um total de 5.868 residências e de 26.248 pessoas.

Portanto, é necessário que o poder público implemente estratégias de prevenção e monitoramento para as áreas de maior exposição onde são ocupadas por populações com maior vulnerabilidade social, através do direcionamento de políticas públicas de planejamento, para assim prevenir e mitigar os desastres adotando medidas que permitam evitar impactos negativos sobre a população exposta.

REFERÊNCIAS

Capítulo de livro

LOMBARDO, M. A.; FREITAS, M. I. C. **Riscos e vulnerabilidades**: teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

(Coleção PROPG Digital - UNESP). ISBN 9788579834363. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/109268>. Acesso em: Acessado em 28 set 2017.

Artigo em revista acadêmica

ABREU, N. J. A. de; ZANELLAM, E. Percepção de riscos de inundações: estudo de caso no bairro Guabiraba, Maranguape – Ceará. **OKARA: Geografia em Debate**, v.9, n.1, p. 90-107, 2015.

BRUBACHER, J.P; GUASSELLI, L.A. Identificação e análise de eventos extremos de precipitação na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. *In*: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24, Porto Alegre, RS, 2012. **Anais[...]**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2012.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. **Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação**: estudo de caso do município de Rio Negrinho – SC. 2012.

Disponível em: http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Goerl_Risco_de_inundacao.pdf. Acesso em 27 de set. 2017.

GENOVEZ, P. C. **Território e desigualdade**: análise espacial intraurbana no estudo da dinâmica de exclusão/inclusão social no espaço urbano de São José dos Campos. 2005. 55f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE, 2005.

HORA, S. B.; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do município de Itabuna/BA. Mapping and risk evaluation of Cachoeira River flooding in some urban areas of Itabuna City, Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 2, 25 nov. 2009.

KOBIYAMA, M. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. 2006. Disponível em: http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/cursobrasil08/documentos_e_artigos/Prevencao%20desastres%20naturais.pdf. Acesso em 14 de set. 2017.

MEDEIROS, M. D. **Eventos hidroclimáticos extremos e vulnerabilidade socioambiental a inundações no Baixo-Açu – RN**. 2018. 209f. Tese (doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, 2018.

MENDES, C. **Vulnerabilidade socioambiental à inundação na área urbana de Irati – PR**. 2013. 136f. Dissertação (mestrado em Geografia Dinâmica Espaço-Ambiental) - Universidade Estadual de Londrina – PR, 2013.

MONTEIRO, R. M.; AGUIAR NETO, A.; LIMA, J. W. S.; PAULA, D. P. Identificação das áreas de risco a inundações e enchentes na cidade de Sobral, Ceará. **Revista Equador** (UFPI),

v. 5, n. 4, Edição Especial 03, p.2–22, 2016. Disponível em <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em: Acesso em 22 de set. 2017.

REIS, P. A. **Identificação de áreas vulneráveis as enchentes e inundações em áreas urbanas através de modelos topográficos e hidráulicos**. 2015. 127f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

SCHUMANN, L. R. M. A.; MOURA, L. B. A. M. Índices sintéticos de vulnerabilidade: uma revisão integrativa de literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.20, n. 7, p.2105-2120, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015207.10742014>. Acessado em 18jun2020.

TOMINAGA L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 1. ed. 2009. São Paulo: Instituto Geológico.

Homepage institucional

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. **Censo Demográfico 2010 - características urbanísticas do entorno dos domicílios**. ISSN 0104-3145. Censo demogr., Rio de Janeiro, p.1-175, 2010. Disponível em https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjssOy7ibrpAhWXGbkGHXaaB04QFjAIegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.ibge.gov.br%2Fvisualizacao%2Fperiodicos%2F96%2Fcd_2010_entorno_do_micilios.pdf&usq=AOvVaw0WCBdyIzrMxQWHyE1vzU8u. Acesso em 16 de maio de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Censo demográfico 1970/2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?codmun=150360&search=%257Citaituba&lang=>. Acessado em 13/10/17.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?codmun=150360&search=%257Citaituba&lang=>. Acessado em: 11/10/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)** [2010]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/itaituba/panorama>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha dos setores censitários** (2010). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoesintramunicipais.html?=&t=o-que-e> Acessado em: 11/10/2017.

Secretaria Municipal de Infraestrutura de Itaituba (2020).

TOPODATA, Banco de dados geomorfológico do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/> Acessado em 13/10/17.