

REUMAM, V. 8, N. 1, 2023, ISSN online 2595-9239

CARACTERIZAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL EM PLANÍCIES URBANAS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO PERFIL DE RENDA MÉDIA E SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO NA BACIA DO TUCUNDUBA, BELÉM-PA

André Vicente do Rosário Marinho¹
José Edilson Cardoso Rodrigues²
Luziane Mesquita da Luz³

RESUMO: As constantes inundações que ocorrem na cidade de Belém são a causa de graves problemas enfrentados pela população da cidade, principalmente aqueles que residem em áreas consideradas de baixada e que possuem níveis elevados de vulnerabilidade social. Na bacia urbana do Tucunduba, alguns dos principais fatores que contribuem com estes processos são os elevados índices pluviométricos, as formas de uso e ocupação e as condições socioeconômicas e de habitabilidade dos moradores da área da bacia, que constantemente se encontram em condição de risco devido à exposição prolongada à água parada. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é fazer uma caracterização do risco ambiental na planície urbana da Bacia do Tucunduba em Belém, a partir da renda média da população e da suscetibilidade à inundação. Para alcançar nosso objetivo, foi realizado o levantamento das principais áreas de inundação na bacia do Tucunduba e a classificação dos níveis de renda dos moradores da área da bacia a partir dos setores censitários. Os resultados preliminares demonstraram a existência de diversas áreas suscetíveis à inundação e uma população vulnerável em função de sua prolongada exposição ao perigo que se deriva desse processo. Portanto, medidas que visem minimizar os efeitos das inundações são urgentes e imprescindíveis para uma melhor qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: Canais urbanos, Meio Físico, Vulnerabilidade social.

CHARACTERIZATION OF ENVIRONMENTAL RISKS IN URBAN PLAINS: AN APPROACH FROM THE MIDDLE INCOME PROFILE AND SUSCEPTIBILITY TO FLOODING IN THE TUCUNDUBA BASIN, BELÉM-PA

ABSTRACT: The constant floods that occur in the city of Belém are the cause of serious problems faced by the population of the city, especially those who live in areas considered low and which have high levels of social vulnerability. In the urban basin of Tucunduba, some of the main factors that contribute to these processes are the high rainfall levels, the forms of use and occupation and the socioeconomic and habitability conditions of the residents of the basin area, who are constantly at risk due to prolonged exposure to standing water. In this sense, the objective of the present work is to characterize the environmental risk in the urban plain of the Tucunduba Basin in Belém,

¹ Mestrado em Geografia. Universidade da Amazônia. E-mail: andrevicentemarinho@gmail.com

² Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Pará. E-mail: jecrodrigues@ufpa.br

³ Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Pará. E-mail: luzianeluz36@gmail.com

based on the average income of the population and the susceptibility to flooding. In order to achieve our objective, a survey was carried out of the main areas of flooding in the Tucunduba basin and the classification of income levels of residents of the basin area from the census sectors. The preliminary results demonstrated the existence of several areas susceptible to flooding and a vulnerable population due to their prolonged exposure to the danger that results from this process. Therefore, measures that aim to minimize the effects of floods are urgent and essential for a better quality of life.

KEYWORDS: Urban canals, Physical environment, Social vulnerability.

CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL EN PLANICIES URBANAS: UN ENFOQUE BASADO EN EL PERFIL DE INGRESO MEDIO Y SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES EN LA CUENCA DE TUCUNDUBA, BELÉM-PA

RESUMEN: Las constantes inundaciones que ocurren en la ciudad de Belém son la causa de graves problemas que enfrenta la población de la ciudad, especialmente aquellos que viven en zonas consideradas tierras bajas y que presentan altos niveles de vulnerabilidad social. En la cuenca urbana de Tucunduba, algunos de los principales factores que contribuyen a estos procesos son las altas pluviometrías, las formas de uso y ocupación y las condiciones socioeconómicas y de habitabilidad de los habitantes de la zona de la cuenca, quienes se encuentran en constante riesgo por la prolongada exposición al agua estancada. En ese sentido, el objetivo de este trabajo es caracterizar el riesgo ambiental en la planicie urbana de la Cuenca de Tucunduba en Belém, con base en el ingreso promedio de la población y la susceptibilidad a inundaciones. Para lograr nuestro objetivo, se realizó un relevamiento de las principales áreas de inundación en la cuenca de Tucunduba y se clasificaron los niveles de ingreso de los pobladores del área de la cuenca con base en las secciones censales. Los resultados preliminares demostraron la existencia de varias áreas susceptibles a inundaciones y una población vulnerable por su exposición prolongada al peligro que se deriva de este proceso. Por lo tanto, las medidas encaminadas a minimizar los efectos de las inundaciones son urgentes y esenciales para una mejor calidad de vida.

PALABRAS CLAVES: Canales urbanos, Medio físico, Vulnerabilidad social.

INTRODUÇÃO

Historicamente Belém apresenta como característica graves problemas relacionados às constantes inundações, expondo a população residente em áreas afetadas ao risco derivado do acúmulo de água nas porções mais rebaixadas do terreno. As inundações podem ser definidas como o transbordamento do volume hídrico dos rios além da sua vazão normal sobre áreas planas próximas ao leito denominadas planícies de inundação (KOBAYAMA *et al.*, 2006). Para Sobrinho (1980 apud SILVA JUNIOR, 2010, p. 27), inundação é a "*ocorrência de acumulação de massas de água mais ou menos profundas em terrenos que normalmente estão secos*". Soma-se a estes fatores a elevada condição de vulnerabilidade

de parcela significativa dos moradores de áreas de baixada, como é o caso da bacia urbana do Tucunduba em Belém, que possui uma população geralmente pobre, ocupante de áreas perigosas e habitações precárias.

Parte significativa da cidade está assentada sobre grandes planícies, onde fluem rios urbanos, distribuídos em 23 bacias hidrográficas responsáveis pela drenagem do município. A pluviosidade elevada associada a problemas de infraestrutura (insuficiência de drenagem urbana, adensamento populacional das áreas de planícies, supressão da cobertura vegetal e à impermeabilização do solo) aumentam o escoamento superficial, causando o transbordamento de canais e as consequentes inundações (LUZ *et al.*, 2014; PEGADO *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2017).

Entre os anos de 1978 e 2015, houve um aumento considerável nos volumes precipitados em Belém, superando os 3.500mm, responsável por diversos transtornos para os moradores, principalmente os residentes em áreas de baixadas. 2014 foi o ano que registrou a maior pluviosidade para período, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, os pluviômetros somaram 3.811mm. Dentre as áreas com os maiores volumes registradas, destaca-se a região correspondente a bacia urbana do Tucunduba, localizada a sudeste do município e que é densamente ocupada. O volume precipitado na área da bacia foi de 3.016 mm em 2014, para uma média mensal de 251,3 mm para o período. (RODRIGUES *et al.*, 2017).

A retificação de canais e a ocupação desordenada alteram a hidrodinâmica das bacias urbanas, ocasionando inúmeros transtornos e a exposição da população dessas áreas aos riscos derivados da dinâmica hídrica. A exposição é a condição em que uma determinada população e/ou bens móveis e imóveis estão sujeitos ao perigo em decorrência de um desastre natural, principalmente a mais pobres (KOKS *et al.*, 2014; PEGADO *et al.*, 2014).

A população pobre é mais suscetível aos impactos decorrentes de um desastre natural, pois, geralmente, residem em locais perigosos e em habitações precárias. A pobreza pode ser caracterizada pelo seu perfil multidimensional, de condição absoluta ou relativa, ocasionada pela falta de renda ou falta de capacidades individuais, de forma crônica ou temporária. Ela está intimamente associada à desigualdade e, frequentemente, se relaciona a vulnerabilidade e a exclusão social (LOK-DESSALLIEN, 1999; SEN, 1999; VAKIS, 2006).

O elevado adensamento por famílias de baixa renda é uma das principais características da bacia do Tucunduba. A falta de infraestrutura proporcionou formas de uso e ocupação onde predominam casas térreas, construídas na maioria das vezes em

materiais pouco resistente como madeira e alvenaria inacabada, algumas vias não são pavimentadas e, em muitos trechos, o acesso ainda ocorre através de pontes e estivas devido às condições alagadiças do terreno (FERREIRA, 1995; SILVA; LUZ, 2017).

A frequente exposição dos moradores dessas áreas às inundações se configura como uma condição de risco, pois o risco é determinado por dois fatores: a ameaça e a vulnerabilidade. Para que exista uma situação de risco é necessária à presença de um fator que produza uma ameaça e de uma população potencialmente vulnerável. (SZLAFSZTEIN *et al.*, 2012).

A vulnerabilidade não está associada apenas aos aspectos físicos como o clima e relevo, mas, sobretudo, as condições socioeconômicas da população. Ela se constitui da predisposição de uma pessoa, sociedade ou grupo populacional em ser afetado ou sofrer danos diante de uma ameaça (LISBÔA, 2013; PEGADO *et al.*, 2014). Neste sentido, a ameaça associada à condição de vulnerabilidade de uma determinada área, constitui-se na medida do risco.

Os riscos são determinados pela relação entre a ameaça e vulnerabilidade. Estão associados à frequência, recorrência e magnitude dos fenômenos ameaçadores com a vulnerabilidade da população e da infraestrutura expostas a estas ameaças. É a probabilidade que um desastre aconteça através da interação de uma força natural deflagradora sobre uma porção da superfície terrestre (SZLAFSZTEIN *et al.*, 2012; SILVA JUNIOR; SZLAFSZTEIN, 2013; OLÍMPIO; ZANELLA, 2017).

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é analisar o risco a inundação na planície da bacia urbana do Tucunduba em Belém do Pará. Para aferir a condição de vulnerabilidade, foi adotada como parâmetro a renda média da população distribuída pelos setores censitários; como ameaça, foi definida a suscetibilidade a inundação dos grupos afetados pelo trasbordamento dos canais urbanos da área da bacia.

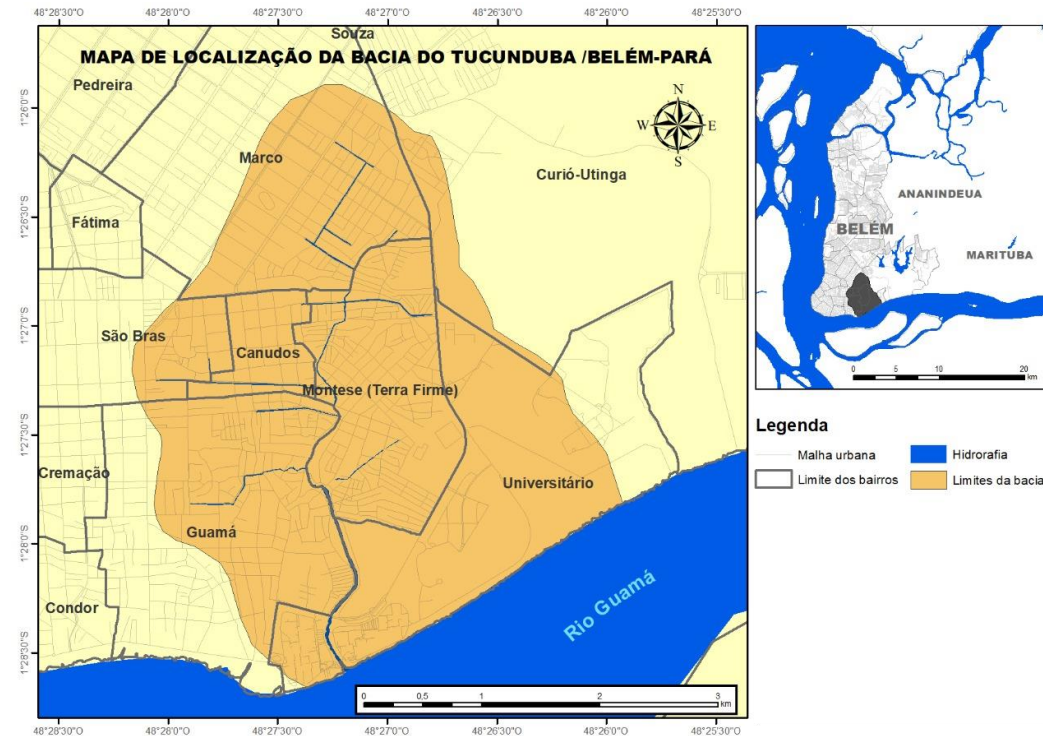
MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Tucunduba, localizada ao Sul de Belém, com uma área total de 12,38 km², situa-se entre às latitudes 1°25'50,87"S e 1°28'36,15"S e as longitudes 48°26'32,27"O e 48°28'14,11"O, e abrange parte dos bairros do Marco, Curió-Utinga, São Brás, Guamá, Universitário e a totalidade dos bairros de Canudos e Montese (Terra Firme). É constituída por 12 canais urbanos sendo estes: Igarapé Tucunduba, Caraparú,

Mundurucus, Gentil Bittencourt, Nina Ribeiro, Santa Cruz, Cipriano Santos, Vileta, União, Leal Martins, Lauro Martins e Angustura (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Urbana do Tucunduba em Belém (PA).



Fonte: Autor próprio (2017).

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de abordagem qualitativa e quantitativa cujo procedimento para a coleta dos dados foi realizado através de pesquisa bibliográfica e documental, pesquisa em sites, além da produção de mapas, gráficos e quadros.

Em função do objetivo delimitado, os procedimentos adotados, foram: 1) Identificar as principais áreas suscetíveis à inundação na área da bacia; 2) Avaliar o grau de vulnerabilidade socioeconômica a partir da renda média da população diretamente afetada e; 3) Classificar as áreas de risco a inundação na área da bacia.

A metodologia empregada no presente trabalho buscou utilizar uma abordagem sistêmica fundamentada na relação entre o homem e a natureza, para a compreensão dos fenômenos decorrentes de processos que alteram as condições naturais por meio da ação antrópica.

O primeiro procedimento consistiu em analisar a distribuição espaço-temporal das chuvas na área da bacia e os volumes precipitados durante o período compreendido entre os anos de 2015 a 2017. O volume pluviométrico na área da bacia do Tucunduba

foi levantado junto às estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>), que ficam localizadas na estrada da Ceasa em Belém e no Entroncamento (bairro do Souza), através do site da instituição durante uma série de três anos. Para a análise dos dados foram utilizados dois programas computacionais: o ArcGis 10.1 e o Excel. O ArcGis10.1 é um programa do Sistema de Informação Geográfica – SIG e foi utilizado para a confecção do mapa de precipitação, através do método de interpolação IDW (Ponderação pelo Inverso da Distância), já o Excel foi manuseado para a organização das tabelas e gráficos produzidos na pesquisa.

O segundo procedimento consistiu em identificar e mapear as áreas suscetíveis à inundação na bacia urbana do Tucunduba na seguinte ordem: a) Levantamento de informações referentes às inundações em jornais, artigos e trabalhos de consultoria no sentido de identificar as áreas suscetíveis ao perigo na bacia; b) O segundo procedimento consistiu em georreferenciar os dados encontrados através de programa do Sistema de Informação Geográfica – SIG. No SIG foram agregadas as imagens referentes aos polígonos de inundação na área da bacia do Tucunduba, que foram vetorizados em formato de arquivo *Shapefile*. Na sequência, os pontos identificados em matérias de jornais de circulação local foram georreferenciados em ambiente do SIG, em formato de arquivo shp. A partir de técnicas de geoprocessamento (georreferenciamento e vetorização) foi gerado um mapa de suscetibilidade à inundação e a identificação das áreas mais afetadas pelas inundações na área da bacia.

O terceiro procedimento correspondeu à classificação da renda média da população por setores censitários na área da bacia. O levantamento foi executado utilizando os dados dos setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) (disponíveis em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>). Os valores referentes à faixa média dos salários foram adquiridos junto aos dados do Censo 2010, que tabulou os níveis de renda por setor. Os dados referentes à renda por setor censitário foram adquiridos em arquivo de extensão xls do programa Excel.

Os arquivos xls foram agregados à tabela de atributos do SIG através da ferramenta “JOIN”. Após ligar os dados, o próximo passo foi elaborar o mapa de renda média dos moradores da bacia do Tucunduba estabelecendo uma classificação em três níveis de renda: baixa, média e alta. A classificação se fez através de um mapa de cores que variou de marrom escuro (maior renda média) ao marrom mais claro (menor renda média).

O quarto e último procedimento foi a classificação do risco na área da bacia a partir das variáveis renda média e suscetibilidade à inundação. Esse procedimento foi realizado por meio das ferramentas: Reclass>Map Algebra>Raster calculator no SIG. O mapa gerado foi elaborado a partir da sobreposição das camadas referentes às variáveis que foram reclassificadas e, posteriormente, multiplicadas para gerar os valores referentes ao risco. Os valores encontrados foram reclassificados em níveis de risco: BAIXO, MÉDIO e ALTO RISCO.

O risco (R) é calculado pela fórmula que considera as ameaças (A) presentes no território e a vulnerabilidade (V) da população, desenvolvida por Rebelo (2003):

$$R = A \times V \text{ (R=risco; A=ameaça e V=vulnerabilidade)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Belém historicamente vem sofrendo com as constantes inundações nas áreas mais rebaixadas da cidade, que afetam principalmente a população mais pobre (COSTA *et al.*, 2022), que é obrigada a viver em condições precárias e exposta ao risco (Figura 2). Segundo Tucci (1997), as inundações em áreas urbanas ocorrem devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e da obstrução da rede de condutos, de canais entre outros.

Figura 2 - Inundação causada por intensa chuva em Belém.



Fonte: Autor próprio (2016),

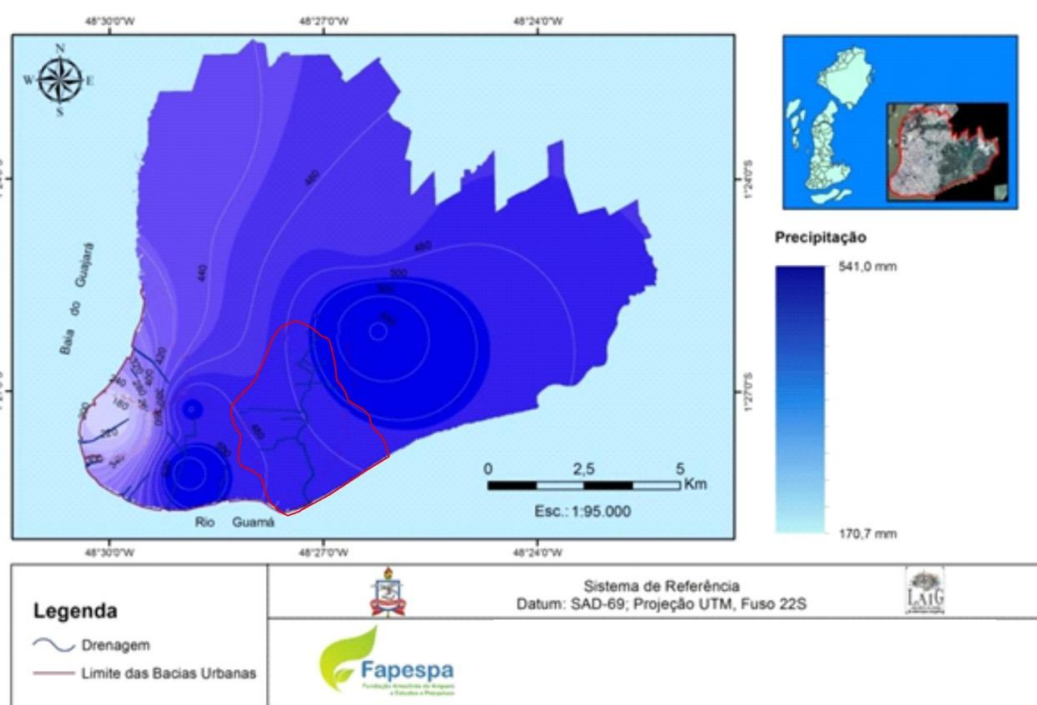
O risco resulta dos fatores decorrentes da extensa exposição à água que é depositada nas áreas mais rebaixadas e que ali permanece durante longo período. Essa elevada

exposição contribui com a disseminação de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose e a dengue (LIMA, 2009), assim como, perdas materiais significativas em função das sucessivas perdas de utensílios domésticos, carros e casas feitas com material mais barato.

A PLUVIOSIDADE NA BACIA DO TUCUNDUBA ENTRE 2015 E 2017

O volume pluviométrico precipitado na área central de Belém, que abrange a primeira légua patrimonial do município onde está localizada a bacia do Tucunduba, apresentou valores que caracterizaram uma variação temporal que demonstra significativa elevação da precipitação entre os meses de dezembro a maio, o que foi verificado em todos os anos pesquisados (Figura 3). A bacia do Tucunduba foi a região com os maiores níveis pluviométricos registrados na cidade.

Figura 3 - Mapa de precipitação da área central de Belém, março, 2016.



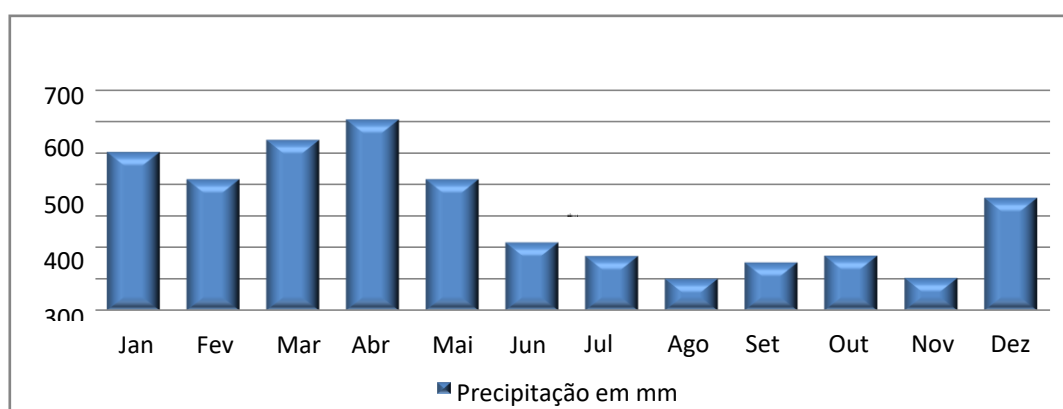
Fonte: Autor próprio (2016).

Em 2015, o volume total precipitado foi de 3.758 mm, sendo o mês de abril o que apresentou o maior registro (605 mm) e agosto o menor (101mm). Para o ano de 2016, os registros apontaram um total cumulado de 3.413 mm, tendo o mês de março como o mais chuvoso (598 mm) e setembro o de menor intensidade de chuvas (55 mm). Já

2017 foi o ano que apresentou o menor volume acumulado da série analisada (3.279 mm), sendo março o mês mais chuvoso (576 mm) e julho o de menor volume precipitado (27 mm).

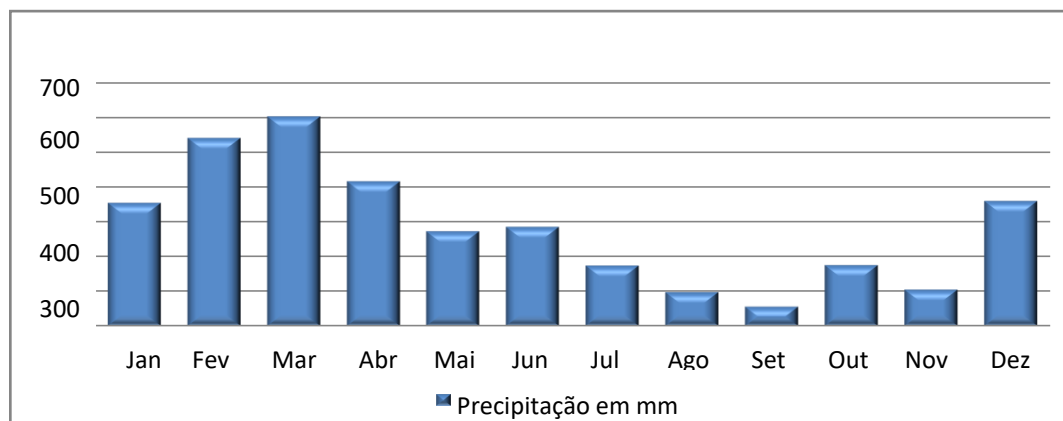
No Tucunduba, a combinação de altos índices pluviométricos associados ao excessivo adensamento populacional acentua a ocorrência de eventos extremos relacionados às inundações, principalmente em áreas da planície de inundação da bacia. As fortes e chuvas que se precipitam sobre a cidade, ao encontrarem uma deficiente infraestrutura e um aglomerado urbano desordenado, causa graves problemas para os moradores; a forma de relevo, associado à impermeabilização do solo, a retificação dos canais, a supressão da cobertura vegetal e a ocupação do leito dos canais, contribui, significativamente, com a ocorrência de inundações (Figuras 4, 5, 6 e 7).

Figura 4 - Índice de precipitação na bacia do Tucunduba em 2015.



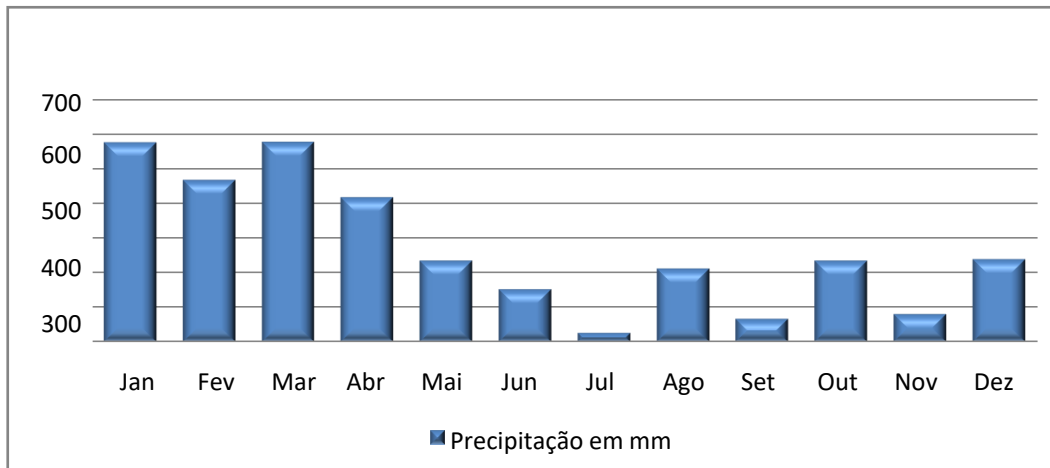
Fonte: Autor próprio (2017).

Figura 5 - Índice de precipitação na Bacia do Tucunduba em 2016.



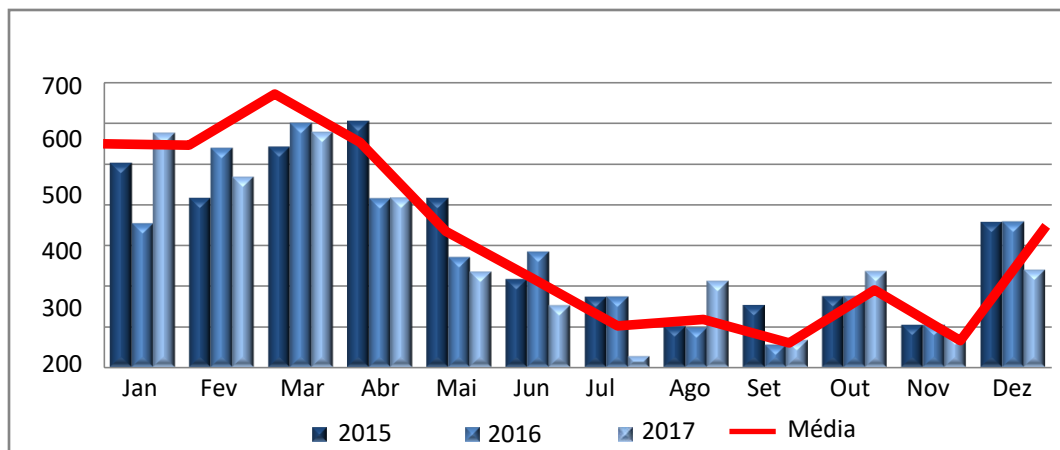
Fonte: Autor próprio (2017).

Figura 6 - Índice de precipitação na Bacia do Tucunduba em 2017.



Fonte: Autor próprio (2017).

Figura 7 - Precipitação média (mm) na Bacia do Tucunduba entre os anos de 2015 a 2017.



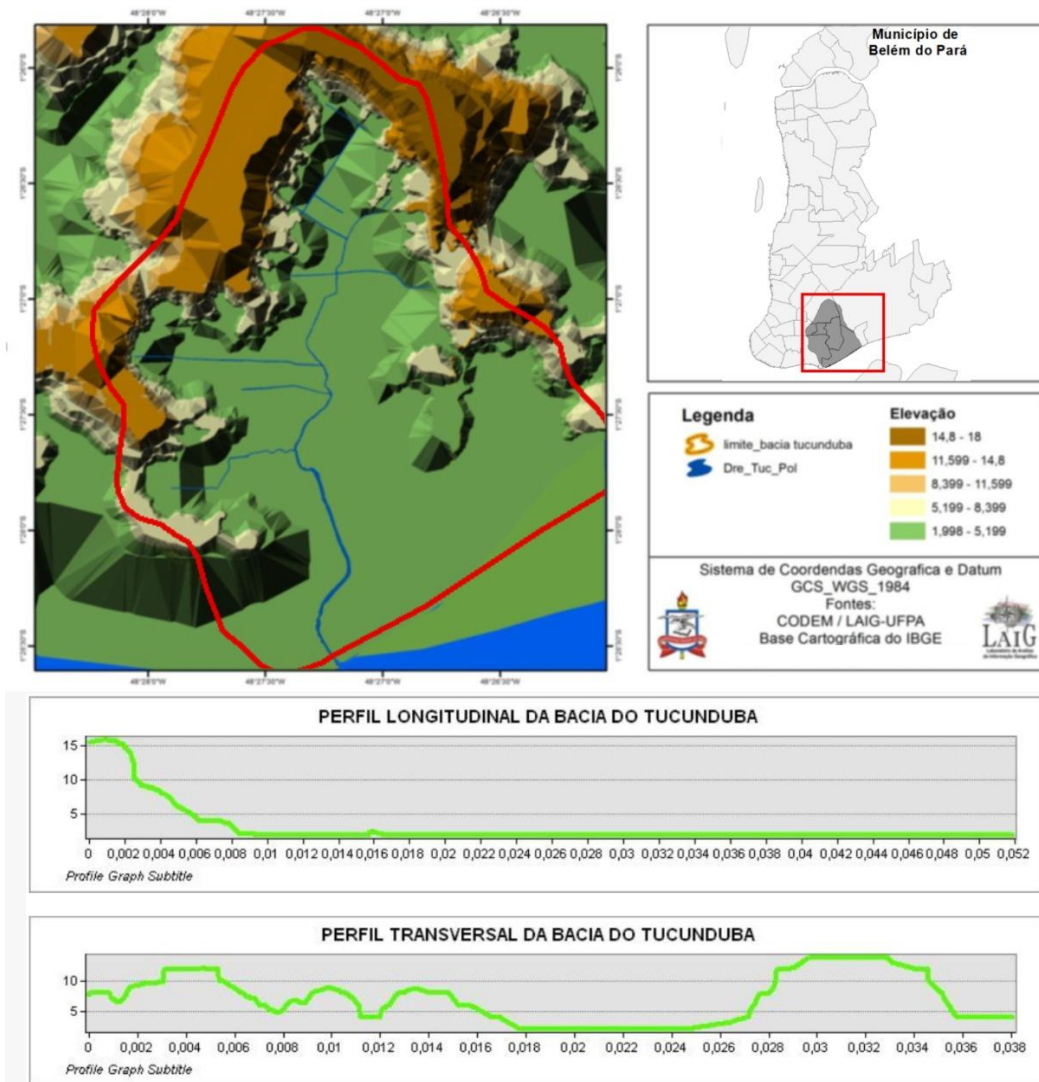
Fonte: Autor próprio (2017).

O MEIO FÍSICO DA BACIA DO TUCUNDUBA

O mapa hipsométrico da bacia do Tucunduba apresenta um arco formado por terraços pliopleistocênicos escalonados em vários degraus que variam entre 4 e 14 metros, limitados pelos tabuleiros da área central, que proporcionam um encaixamento da planície ao norte da bacia e que vai se expandindo na área central, onde a planície apresenta uma maior área em relação as demais unidades de relevo, sofrendo um ligeiro estrangulamento na porção sul onde os terraços se projetam em direção a planície. As cotas mais elevadas encontram-se ao norte, na área central a planície é mais extensa e recortada pelos

tributários do curso principal, a porção localizada mais ao sul sofre ligeiro afunilamento devido a projeção dos terraços em direção a área da planície (Figura 8).

Figura 9 - Mapa do modelo digital de elevação (MDE) da Bacia do Tucunduba.



Fonte: Autor próprio (2017).

O alto curso possui uma forma de anfiteatro alongada que produz o encaixamento da planície entre os terraços diferente do médio curso, onde o encaixamento da planície que envolve os canais da Mundurucus e da Gentil Bittencourt é um pouco menos acentuado. Em função das escarpas que limitam os tabuleiros e que formam um arco em torno da planície, a declividade na área é relativamente acentuada e favorece o escoamento do fluxo das áreas mais elevadas para o fundo do vale onde estão localizados

os canais mais críticos. Esta condição associada à intensa impermeabilização do solo e baixa capacidade de infiltração potencializa a ocorrência de inundações nessa área.

As inundações na bacia se concentram na região de confluência dos canais localizados, principalmente, no alto e médio curso, entre os canais da Leal Martins, Timbó, Mauriti e Cipriano no alto curso; Mundurucus, Gentil e Teófilo no médio curso. Essas áreas, por se encontrarem em uma região rebaixada topograficamente, recebem com mais intensidade as águas provenientes das regiões mais altas. No entanto, os estrangulamentos dos canais por construções irregulares também contribuem fortemente com ineficiência do sistema de drenagem (Figura 10).

Figura 10 - Estrangulamento do canal principal em função de construções irregulares sobre o leito.



Fonte: Google Earth Pro, 2009; 2016 Adaptado pelos autores.

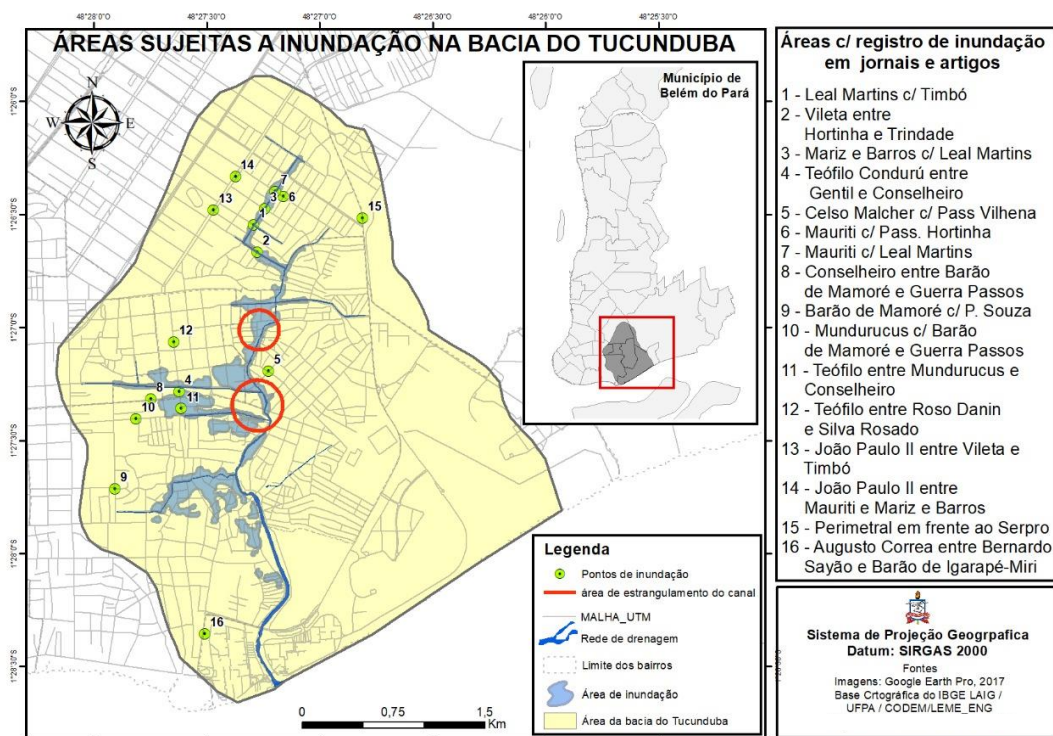
Na Figura 10 existe uma importante interrupção do fluxo na altura do médio curso, mais precisamente na confluência do curso principal (Igarapé do Tucunduba) entre os canais da Mundurucus e Gentil Bittencourt. O estrangulamento do canal acontece devido à construção irregular de moradias sobre o seu leito. Essa obstrução reduz a vazão do volume hídrico precipitado, aumentando, portanto, a ocorrência de inundações a montante.

Rodrigues *et al.* (2017), identifica diversas áreas de inundação na bacia do Tucunduba, sendo os mais críticos os canais da Cipriano Santos e da José Leal Martins. Para Sadeck *et al.* (2012), as inundações se distribuem por toda a cidade, mas se concentram na região que corresponde à primeira légua patrimonial de Belém, principalmente na área referente à bacia do Tucunduba.

A partir do levantamento realizado, foi possível identificar as áreas mais afetadas as constantes inundações na área da bacia (Figura 11). As mais frequentes foram mapeadas, nas seguintes localizações: Avenidas Conselheiro Furtado, Gentil Bitencourt, Celso

Malcher, passagem José Leal Martins, Hortinha, Vilhena, travessas Timbó, Vileta, Mariz e Barros, Mauriti, Teófilo Condurú, Barão de Mamoré e Guerra Passos, ruas Trindade. (LEME, 2010; BECKMAN, 2015; DANIEL 2016).

Figura 11 - Mapa de áreas suscetíveis à inundação na bacia do Tucunduba.



Fonte: Autor próprio (2017).

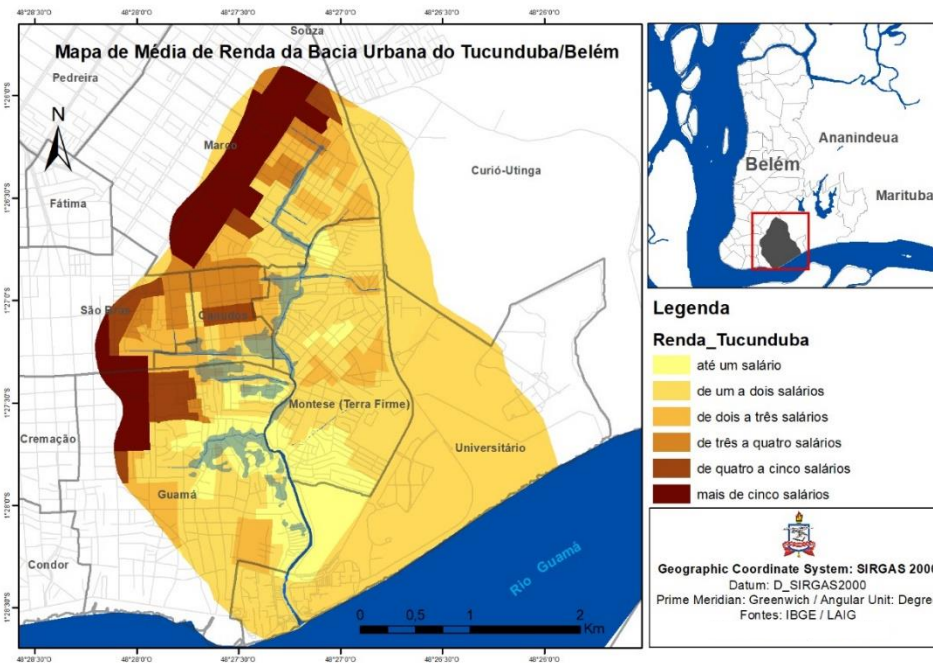
Essas características associadas possibilitam identificar uma evidente relação entre o volume hídrico precipitado, a morfologia da bacia, as condições da infraestrutura física da área e as constantes inundações. Portanto, a compreensão destes fenômenos parte de uma análise sistêmica, por meio um olhar mais abrangente e holístico, a partir da interação entre o meio físico-natural e as alterações promovidas pela ação antrópica.

VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE NA ÁREA DA BACIA

As características socioeconômicas da população residente na área da bacia são bastante heterogêneas. As áreas localizadas ao norte, noroeste e oeste apresentam uma média salarial mais elevada, se comparada ao conjunto, que gira entre quatro e mais de cinco salários mínimos, demonstrando um maior poder aquisitivo. A porção que se encontra a nordeste e

a leste da bacia apresenta uma renda média salarial que varia entre três e quatro salários-mínimos, já a região que corresponde centro sul é a que possui os menores níveis de renda, entre menos de um e até dois salários-mínimos em média (Figura 12).

Figura 12 - Mapa da renda média da população da bacia a partir dos setores censitários.



Fonte: Autor próprio (2017).

A faixa de renda predominante fica em torno de dois e três salários-mínimos e se distribui de forma mais homogênea pela área da bacia; já as faixas mais baixas, até um salário, se concentram entre o médio e o baixo curso, bordejando a margem dos canais.

A população mais pobre está concentrada às margens dos principais canais da bacia, portanto, nas áreas mais afetadas por inundações. Este cenário indica um risco mais elevado, em função da alta vulnerabilidade social dos moradores associadas à exposição constante ao perigo. Todavia, as elevações das águas também atingem pessoas com renda média mais elevada, por conseguinte, com níveis de risco que podem ser considerados entre médio e baixo.

O processo de ocupação da bacia urbana do Tucunduba gerou uma grande quantidade de áreas alteradas pela ação antrópica, através da supressão da cobertura vegetal, pelo aterramento ou retificação de corpos hídricos e/ou pela ocupação do leito de canais (Figura 13). O aterramento de áreas alagadiças transferiu para os quintais e para debaixo das moradias a água que antes ocupava as vias. A água estagnada sob as moradias ou nos

quintais passou se constituir em elemento de risco à segurança e à saúde da população, pois criava as condições propícias para a proliferação de animais que se reproduzem em tal habitat, como insetos e roedores transmissores de zoonoses (FERREIRA, 1995).

Figura 13 - Habitações precárias sobre o leito dos canais urbanos na bacia do Tucunduba em Belém.



Fonte: <https://agenciabelem.com.br>

Para a superação dos graves problemas que a cidade enfrenta cotidianamente é fundamental que as autoridades municipais e estaduais possam cumprir uma agenda voltada para a identificação e classificação das áreas de risco, por meio de mapeamento sistemático das regiões que sofrem com as constantes inundações em Belém. É necessário estabelecer como prioridade para as autoridades municipal a gestão de riscos socioambientais, através dos instrumentos urbanísticos previstos no Plano Diretor, como: o zoneamento, o cadastro multifinalitário e o mapeamento de risco, no sentido de superar os graves e históricos problemas relacionados às constantes inundações na cidade.

RISCO DERIVADOS DO TRANSBORDAMENTO DOS CANAIS URBANO NA BACIA DO TUCUNDUBA EM BELÉM

Os riscos ambientais são determinados pela relação entre a ameaça e vulnerabilidade. Estão associados à frequência, recorrência e magnitude dos fenômenos ameaçadores com a vulnerabilidade da população geralmente pobre e da infraestrutura expostas a estas ameaças. É a probabilidade que um desastre aconteça através da interação de uma força natural deflagradora sobre uma porção da superfície terrestre, principalmente em áreas com deficiência de infraestruturas, ambiente degradado e meio de resposta

ineficientes aos desastres (SZLAFSZTEIN *et al.*, 2012; SILVA JUNIOR; SZLAFSZTEIN, 2013; OLÍMPIO; ZANELLA, 2017).

Para Carmo e Guizardi (2018), a pobreza não explica a vulnerabilidade, mas é o fenômeno que causou o seu apuramento conceitual, pois ela equaciona de forma mais ampla a problemática referente aos processos de exclusão, possibilitando a adoção de políticas públicas Inter setoriais. Tomar a vulnerabilidade como parâmetro de reflexão implica na aceitação da correlação entre fatores étnicos, políticos e técnicos que contornam a incidência de riscos no território e a respectiva capacidade humana em superá-los.

Dentre as definições de pobreza está a de Sen (1999), que a define como uma forma de privação de capacidades de um indivíduo e como isso irá influenciar em suas atividades individuais e coletivas, assim como, analisa o papel da liberdade para a superação das privações.

Outra abordagem é a de Nayaran (2000), que define a pobreza como a falta de múltiplos recursos que levam à fome e à privação física. Para a autora, as pessoas pobres têm plena consciência de sua falta de capacidade de intervir de forma efetiva em sua condição de vida, o que as sujeitam à exploração e ampliam a sua condição de vulnerabilidade.

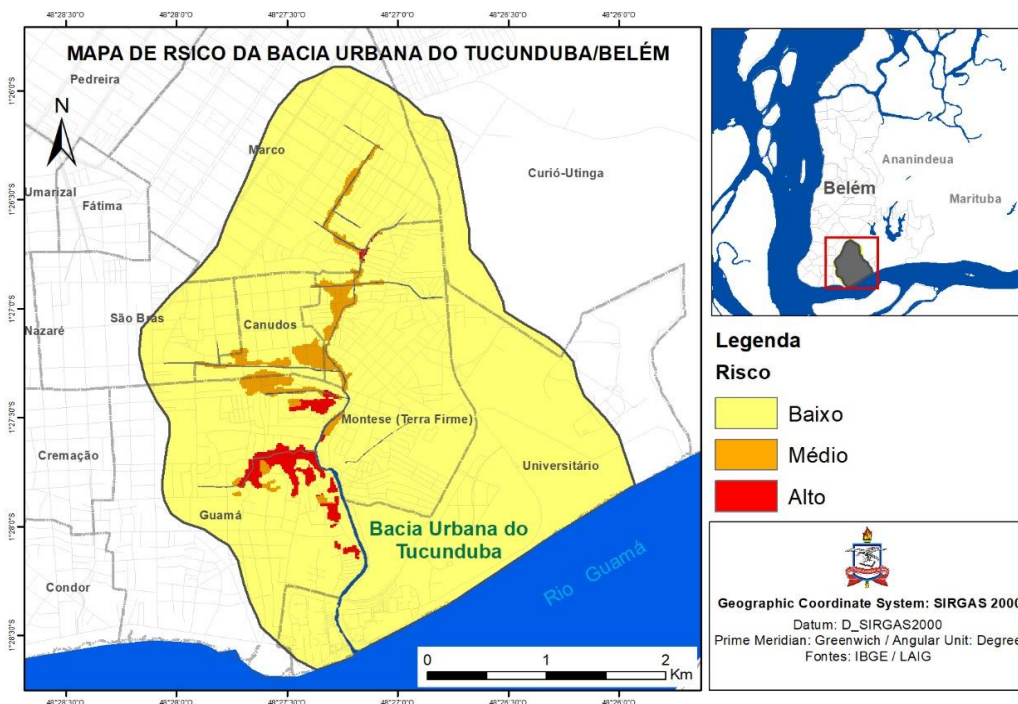
Neste sentido, percebe-se que a condição de vulnerabilidade irá potencializar a condição de risco de uma determinada população exposta a um perigo ambiental, em função da falta de condições materiais e psicológicas de responder à um evento danoso. Portanto, a antecipação ao desastre se constitui como a melhor forma de ação para evitar possíveis danos materiais e perda de vidas; assim como, quando instalado, seus impactos possam ser minimizados.

Na bacia do Tucunduba, os elementos naturais e antrópicos se relacionam de forma a amplificar a capacidade de danos de um desastre. A elevada condição de vulnerabilidade da população local associada a precipitação abundante, a extensa área de planície de inundação ocupada de forma irregular e as características físicas que proporcionam o acúmulo do volume hídrico em áreas densamente habitadas fornece os ingredientes fundamentais para a ocorrência de um desastre.

Para aferir o risco na área da bacia, duas variáveis foram adotadas para esta análise: a renda média da população como medida de vulnerabilidade e exposição às frequentes inundações como ameaça. O estudo teve como produto síntese o mapa de risco da área da bacia urbana do Tucunduba (Figura 13), onde a sobreposição das camadas possibilitou identificar as áreas de maior risco na região da bacia, assim como,

possibilitou observar a distribuição espacial das áreas conforme o nível de risco resultante da sobreposição das variáveis.

Figura 13 - Mapa de risco ambiental da bacia urbana do Tucunduba, Belém – PA.



Fonte: Autor próprio (2017).

A porção em amarelo, predominante no mapa, representa a área de baixo risco, onde a combinação das variáveis renda e suscetibilidade à inundação possuem valores mais baixos. As áreas em laranja correspondem à região de médio risco, o polígono acompanha o traçado dos canais de drenagem e se concentra, sobretudo, no médio e alto curso. Já as áreas em vermelho se referem ao alto risco, pois são mais afetadas pelas inundações e possui a parcela da população de menor renda e, portanto, com menor capacidade de resposta frente às ameaças.

Como é possível notar, os níveis mais elevados de risco se localizam na confluência dos principais canais urbanos que compõem a bacia. A área de maior risco corresponde a confluência do canal da Passagem Caraparú, bairro do Guamá, com o curso principal; outra área se situa próximo ao canal da Rua dos Mundurucus, no bairro de Canudos. A elevada condição de vulnerabilidade dos moradores dessas áreas e as constantes inundações elevaram o risco dessa região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em tela faz uma importante abordagem a partir de elementos naturais e humanos que caracterizam a realidade de uma das mais importantes bacias urbanas da cidade de Belém. Espaço altamente complexo e adensado, produzido por agentes sociais múltiplos, a bacia do Tucunduba guarda na paisagem as marcas de um processo que gerou um espaço socialmente desigual e ambientalmente degradado, fruto da falta de planejamento e do avanço desordenado da malha urbana sobre os ambientes naturais. Dentre os aspectos físicos, a elevada pluviosidade contribui com o acúmulo de água nas áreas mais rebaixadas. A intensidade do regime pluvial é um importante elemento que favorece a ocorrência de inundações. Todavia, esse elemento, por si só, não é o suficiente para desencadear um desastre, sendo necessário, portanto, a junção de outros elementos para sua instalação.

A forma de anfiteatro alongada e a declividade acentuada das vertentes favorece o fluxo do volume hídrico das áreas mais elevadas para o fundo do vale por meio da gravidade. Esse movimento do fluxo recebe os volumes precipitados nos terraços e no topo do tabuleiro central. A impermeabilização do solo e a retificação dos canais aumentam o escoamento superficial em volume e velocidade, contribuindo significativamente para a ocorrência de inundações na bacia.

No entanto, apesar dos fatores físicos contribuírem com as inundações, as intervenções antrópicas são a maior e mais forte causa dos desastres relacionados à inundações na área da bacia. O processo de ocupação desordenado que alterou o curso natural dos corpos hídricos associado a supressão da cobertura vegetal, impermeabilização do solo e a ocupação e obstrução do leito dos canais é o fator fundamental para a deflagração dos desastres naturais.

A condição de alta vulnerabilidade da população que reside junto a margem dos canais amplia de forma potencial o risco associado às inundações, que podem acarretar em perdas materiais e de vidas humanas em longo prazo. O processo de urbanização manifesta a sua face mais cruel ao evidenciar a segregação espacial produzida pelo sistema capitalista, que destina aos mais pobres apenas a possibilidade de morar nas áreas mais perigosas do ponto de vista ambiental da cidade.

Tal condição deve ser objeto de intensa intervenção do poder público e da sociedade como um todo para a superação das atuais adversidades oriundas de um ambiente perigoso. O planejamento da cidade de forma democrática e participativa deve permear

os processos contidos nos principais instrumentos de gestão da cidade como o Plano Diretor Urbano, que pode contribuir com a redução do risco no município.

Esse estudo não visa esgotar o debate em torno da temática do risco ambiental, tendo em vista o vasto universo a ser investigado. Nossa contribuição se soma aos esforços até o momento realizados, no sentido de contribuir para o avanço da pesquisa. Neste sentido, a academia deve se abrir para o debate, subsidiando os atores sociais, sobretudo os mais vulneráveis, na luta pelo direito a uma cidade socialmente justa, ambientalmente sustentável e espacialmente igualitária.

REFERÊNCIAS

BECKMAN, E. Cenário foi de caos após forte chuva que caiu em Belém. **Diário do Pará Digital**. Belém, 28 fev. 2015. Belém, p. A6

CARMO, M. E.; GUIZARDI, F. L. O Conceito de Vulnerabilidade e seus Sentidos para as Políticas Públicas de Saúde e Assistência Social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 3, 2018.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010: resultados preliminares do universo. In: IBGE. **Sidra**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011b. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010rpu.asp?o=4&i=P>. Acesso em: 10 mar. 2019.

COSTA, F. E. V. *et al.* A complexidade da questão dos rios urbanos nas cidades amazônicas: o caso de Belém/PA. In: RIBEIRO, W. O.; BRASIL, A. P. M. S.; COSTA, F. E. V. (Org.). **Cidades amazônicas**: formas, processos e dinâmicas recentes na região de influência de Belém. Belém: EDUEPA, 2021, p. 240-274.

DANIEL, M. Chuvas alagam ruas em vários bairros da capital. **Diário do Pará Digital**. Belém, 18 jan.; 2016. Política, p. A3.

FERREIRA, C. F. **Produção do Espaço Urbano e Degradação Ambiental**: um estudo sobre a várzea do igarapé do Tucunduba (Belém - PA). 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 124 p.

KOKS, E. *et al.* Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. **Environmental Science & Policy**, n. 47, p. 42 - 52, 2014.

LEME, E. **Sistema de drenagem do igarapé Tucunduba projeto básico canais e via marginal memorial descritivo e de cálculo**. Belém, 2012.

LIMA, R. C. **Leptospirose**: um estudo epidemiológico e aplicação de medidas preventivas em uma região do município de Belém, Pará. TCC (Graduação em Biologia), Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

LISBÔA, T. **Vulnerabilidade e Capacidade de Resposta à Ameaça de Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Paracuri, Belém -Pa**. Ago. 2013. 111 P. UFPA, Belém, 2013

- LOK-DESSALLIEN, R. Review of Poverty Concepts and Indicators **United Nations Development Programmed**. New York, 1999.
- LUZ, L. *et al.* Estudo Geoambiental em Bacias Urbanas em Belém-Pa. **Boletim Amazônico de Geografia**. v. 1, n. 2, p. 145-160, 2014.
- NAYARAN, N. **Voices of the Poor: Can Anyone Hear Us?** Oxford University Press, 2000.
- OLÍMPIO, J.; ZANELLA, M. Riscos Naturais: Conceitos, Componentes e Relações entre Natureza e Sociedade. **Revista Ra'eGa**, v. 40, p. 94 -109, 2017.
- PAGADO, R. *et al.* Risco de Cheia e Vulnerabilidade: Uma abordagem as inundações urbanas de Belém/Pará/no Brasil. **Revista Território**, v. 21, p. 71-76, 2014.
- REBELO, F. **Riscos naturais e ação antrópica: estudos e reflexões**. 2ª ed. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.
- RODRIGUES, J.; LUZ, L.; MARINHO, A. A Variabilidade climática da precipitação em bacias urbanas da cidade de Belém – PA. In: SILVA, C. N. *et al.* (Org.). **Belém 400 anos: Análises Geográficas e Impactos Antropogênicos na Cidade**. Belém: GAPTA/UFPA, 2017. p. 51-79.
- SADECK, L.; SOUZA, A.; SILVA, L. Mapeamento das Zonas de Risco às Inundações no Município de Belém – PA. VI Encontro Nacional da Anppas, **Anais [...]**. Belém – PA, 2012.
- SEN, A. **Development as Freedom**. New York: Anchor Books, 1999.
- SILVA JUNIOR, O. M.; SZLAFSZTEIN, C. A Importância dos Conceitos de Ameaça, Vulnerabilidade e Risco em Planos Diretores Municipais: estudo de caso no município de Alenquer (Pará). **Geoamazonia**, v. 1, n. 1, p. 64-80, 2013.
- SILVA JUNIOR, O. M. **Análise de risco na cidade de Alenquer - Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Pará. Belém, 2010.
- SILVA, R.; LUZ, L. Ocupação do Solo na Bacia do Tucunduba: fator condicionante da formação de depósitos tecnogênicos. In: SILVA, C. N. *et al.* (Org.). **Belém 400 anos. Análises Geográficas e Impactos Antropogênicos na Cidade**. GAPTA, UFPA, 2017.
- SZLAFSZTEIN, C. *et al.* **Referências Metodológicas para Mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p. 47 2012.
- TUCCI, C. E. M. Água no Meio Urbano. In: **Água Doce**. Porto Alegre: IPH/UFRGS., 1997.
- VAKIS, R. Complementing Natural Disasters Management: The Role of Social Protection. **Social Protection Discussion Paper**, v. 5, n. 43, p. 1-19, 2006.