



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES
NATURAIS NA AMAZÔNIA**

JÉSSICA LIMA FRANÇA

**PLANEJAMENTO URBANO PARA PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E
INUNDAÇÃO EM BACIAS URBANAS: A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém-PA**

**BELÉM-PARÁ
2022**

JÉSSICA LIMA FRANÇA

**PLANEJAMENTO URBANO PARA PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E
INUNDAÇÃO EM BACIAS URBANAS: A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Área de concentração: Minimização de Riscos e

Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ameaças Naturais no Ambiente Amazônico.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Pamplona Ximenes Ponte

Belém-Pará
2022

JÉSSICA LIMA FRANÇA

**PLANEJAMENTO URBANO PARA PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E
INUNDAÇÃO EM BACIAS URBANAS: A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém-PA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento das exigências para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ameaças Naturais no Ambiente Amazônico.

Data da Defesa: 31/08/2022

Banca Examinadora:

Prof. Juliano Pamplona Ximenes Ponte - Orientador
Doutor em Planejamento Urbano e Regional
Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ

Prof.^a. Aline Maria Meiguins de Lima- Examinador interno
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA

Prof. Maurício da Silva Borges- Examinador interno
Doutor em Geologia e Geofísica
Universidade Federal do Pará/UFPA

Prof. João de Athaydes Silva Júnior - Examinador interno
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA

Dr.^a. Mary Lucy Mendes Guimarães – Examinador externo
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA

JÉSSICA LIMA FRANÇA

**PLANEJAMENTO URBANO PARA PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E
INUNDAÇÃO EM BACIAS URBANAS: A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém-PA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento das exigências para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ameaças Naturais no Ambiente Amazônico.

Data da Defesa: 31/08/2022

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

JULIANO PAMPLONA XIMENES PONTE

Data: 17/04/2025 09:59:34-0300

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

Prof. Juliano Pamplona Ximenes Ponte - Orientador
Doutor em Planejamento Urbano e Regional
Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ



Documento assinado digitalmente

ALINE MARIA MEIGUINS DE LIMA

Data: 27/11/2023 10:23:58-0300

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

Prof.^a. Aline Maria Meiguins de Lima- Examinador interno
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA



Documento assinado digitalmente

MAURICIO DA SILVA BORGES

Data: 17/04/2025 09:43:02-0300

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

Prof. Maurício da Silva Borges- Examinador interno
Doutor em Geologia e Geofísica
Universidade Federal do Pará/UFPA



Documento assinado digitalmente

JOAO DE ATHAYDES SILVA JUNIOR

Data: 01/04/2025 18:23:58-0300

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

Prof. João de Athaydes Silva Júnior - Examinador interno
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA



Documento assinado digitalmente

MARY LUCY MENDES GUIMARAES

Data: 16/04/2025 16:32:20-0300

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

Dr.^a. Mary Lucy Mendes Guimarães – Examinador externo
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará/UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder sabedoria em mais uma etapa da minha vida.

A minha família, pelo incentivo e amor.

Ao meu orientador, Dr. Juliano Ximenes, pelo aprendizado transmitido, pela paciência e compreensão durante a construção dessa dissertação.

Ao Professor Dr. João Athaydes, pelo indispensável apoio e amizade.

Ao Claudio da Silva pela orientação na condução acadêmica.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a finalização desse trabalho.

RESUMO

Este trabalho visou estudar e analisar a gestão de bacias hidrográficas urbanas, especificamente a Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (BHEN), destacando os fatores que incidem para a ocorrência de agravos ou riscos naturais que associados ao processo de uso e ocupação do solo urbano comprometem a qualidade ambiental e de vida da população que ocupa esse espaço. Para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais sobre os aspectos territoriais, demográficos e riscos ambientais da BHEN, e juntamente com a pesquisa empírica, foram elaborados mapas temáticos sobre drenagem, declividade e elevação da área. A BHEN coexiste com bairros periféricos populosos, com baixa infraestrutura urbana e com problemas sanitários que afetam os moradores. Os aglomerados subnormais da BHEN estão sujeitos aos alagamentos e inundações em alguns pontos, devido ao sistema de drenagem, declividade e elevação do solo, conforme verificado nos mapas elaborados. As obras dessa bacia são compostas por um retalho de ações diferentes, de distintas instituições e órgãos financiadores, executores e fiscalizadores de obras e projetos, além de uma vitrine da agenda política pública por muitos anos. Concluiu-se que a ocupação e urbanização do território da BHEN ocorreu desordenadamente, acarretando inúmeros problemas socioambientais causados pelos próprios moradores e pela baixa atuação do Poder Público, resultando em pontos de alagamentos e de inundações devido às características de rede de drenagem, relevo, hipsometria, pluviosidade e influência das marés, associadas ao aterramento, despejo indevido de resíduos, sistema de drenagem obsoleto, deficiente e sem manutenção. O próprio projeto de macrodrenagem da BHEN não considerou a dinâmica natural da bacia e os aspectos geoambientais, tampouco as condições socioeconômicas dos moradores locais; e as poucas melhorias realizadas no sistema não refletem a eficiência do projeto.

Palavras-chave: Aglomerados subnormais; Drenagem urbana; Vulnerabilidade social; Risco ambiental.

ABSTRACT

This work aimed to study and analyze the management of urban watersheds, specifically the Estrada Nova Watershed (BHEN), highlighting the factors that affect the occurrence of injuries or natural risks that, associated with the process of use and occupation of urban land, compromise the environmental and life quality of the population that occupies this space. To this end, bibliographical and documentary research was carried out on the territorial, demographic and environmental aspects of the BHEN, and together with the empirical research, thematic maps were prepared on drainage, slope and elevation of the area. BHEN coexists with populous peripheral neighborhoods, with poor urban infrastructure and sanitary problems that killed residents. The BHEN subnormal agglomerations are subject to flooding at some points, due to the drainage system, slope and soil exit, as verified in the prepared maps. The works in this basin are composed of a tab of different actions, from different institutions and funding bodies, executors and inspectors of works and projects, in addition to a showcase of the public policy agenda for many years. It was concluded that the occupation and urbanization of the territory of BHEN occurred in a disorderly manner, causing several socio-environmental problems caused by the residents themselves and by the low performance of the Public Power, generated in points of flooding and flooding due to the characteristics of the drainage network, relief, hypsometry, rainfall and tidal influence, associated with grounding, improper disposal of waste, obsolete drainage system, deficient and without maintenance. The BHEN macro-drainage project itself did not consider the natural dynamics of the basin and the geo-environmental aspects, accepting the socioeconomic conditions of the local residents; and the few improvements made to the system do not reflect the efficiency of the project.

Keywords: Subnormal clusters; Urban drainage; Social vulnerability; Environmental risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Impacto dos desastres:1980-1999 vs. 2000-2019.....	13
Figura 2 - Número total de pessoas afetadas por esse tipo de desastre (2000-2019)	13
Figura 3 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.....	16
Figura 4 - Ilustração do Risco e do evento deflagrador, respectivamente.....	17
Figura 5 - Características dos leitos dos rios.....	21
Figura 6 - Hidrograma de bacia rural e depois urbanizada.....	22
Figura 7 - Localização da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, município de Belém - Pará.....	27
Figura 8 - Lançamento de esgoto na drenagem urbana da Bacia Hidrográfica Estrada Nova...	29
Figura 9 - Assoreamento em canal da Bacia Hidrográfica Estrada Nova	29
Figura 10 - Mancha de inundação por suscetibilidade, domicílios aglomerados subnormais de 2019 e faces de logradouros, em 2020, na Bacia Hidrográfica Estrada Nova	31
Figura 11 - Mapa de drenagem da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, em Belém - Pará.....	33
Figura 12 - Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém - Pará	34
Figura 13 - Mapa de Elevação da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém - Pará.....	35
Figura 14 - Manchas de alagamento na cidade de Belém-Pará	36
Figura 15 - Mapa esquemático com a visão geral das intervenções da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.....	38
Figura 16 - Zoneamento urbano segundo o Plano Diretor de Belém de 2008	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Desastres naturais: caracterização e impactos em âmbito mundial.....	11
2.1.1 Desastres naturais no Brasil.....	14
2.2 Inundações e alagamentos	15
2.3 Risco e vulnerabilidade	17
2.4 As bacias hidrográficas.....	18
2.5 Impactos na drenagem urbana	19
2.5 Impactos hidrológicos nas bacias urbanas.....	22
3 METODOLOGIA.....	25
4 ASPECTOS TERRITORIAIS, DEMOGRÁFICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTRADA NOVA.....	27
4.1 Caracterização territorial e demográfica da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova ...	27
4.2 Caracterização sanitária da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova	28
4.3 Vulnerabilidade aos riscos ambientais (alagamentos e inundações) na Bacia Hidrográfica da Estrada Nova.....	30
4.4 Análise e espacialização de dados para elaboração de mapas temáticos	32
4.4.1 Cartografia da BHEN	32
5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE MACRODRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTRADA NOVA.....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APÊNDICE A - PRODUTO TÉCNICO	52

1 INTRODUÇÃO

A ocupação urbana na Amazônia ocorreu às margens dos rios, como é o caso da cidade de Belém, capital do Estado do Pará, a qual se encontra margeando o rio Guamá e a Baía do Guajará a uma altitude média de cerca de 10 metros acima do nível do mar. No entanto, conforme os dados do Plano Diretor Urbano (PDU) de Belém, a concentração de grande parte da população ocorre em áreas onde a altitude continental corresponde às áreas de cotas inferiores a 4 metros, que são os espaços reconhecidos tradicionalmente como “baixadas” (SANTOS; ROCHA, 2013). O processo de expansão desta cidade levou, preferencialmente, à ocupação humana de terrenos de cotas mais altas, deixando grandes áreas desocupadas, formadas por terrenos alagados ou alagáveis, de cotas baixas. Neste contexto, ressalta-se que esta forma de ocupação foi favorável a um perfil irregular da cidade, o que limitou seu crescimento ao comprimento até a Primeira Légua Patrimonial (áreas de propriedade do Exército, Marinha, Aeronáutica, Universidade e outras unidades educacionais) (ABELÉM, 2018).

As terras altas foram sendo comercializadas e ocupadas pela população de maior poder aquisitivo e por instituições públicas, enquanto os terrenos nas áreas de várzea tornaram-se opção de moradia (informal) à população de baixa renda (RODRIGUES *et al.*, 2013). Assim, formam-se os aglomerados subnormais, que são áreas de pobreza urbana e moradia precária, os quais estão presentes no histórico de Belém e sua região metropolitana como assentamento urbano de maior concentração de favelas e similares, proporcionalmente, no Brasil, apresentando 52,43% de domicílios de aglomerados subnormais (IBGE, 2010; PONTE; LUZ; SILVA, 2016). Em Belém, 76% dos domicílios da cidade são atendidos por rede pública de água potável, porém, cerca de 20% das habitações do município utilizam poços ou nascentes, o que expressa a condição rudimentar de captação de água e oferece riscos à saúde da população (IBGE, 2010).

Pinheiro *et al.* (2016) descreveram a tipologia de assentamentos precários na Região Metropolitana de Belém (RMB) em: a) baixadas, que correspondem a uma tipologia histórica de ocupação das áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos, que se iniciou em Belém e espalhou-se pela RMB; b) ocupações, que podem ser as irregulares situadas na zona de transição entre Belém e Ananindeua, que ocorrem principalmente ao longo da rodovia Augusto Montenegro e da Independência, enquanto as ocupações em função da conversão da terra rural em urbanas estão localizadas ao longo da faixa de influência do eixo rodoviário da BR-316; e c) assentamentos ribeirinhos, que assim como as baixadas, são ocupações históricas que se

desenvolveram em quase todo período de expansão urbana da cidade, ao longo dos cursos d'água.

Com base no relatório técnico “*Monografia das baixadas de Belém*” foram definidos critérios das terras alagáveis situadas abaixo da cota altimétrica de 4 m (ou 4,5 m, alternadamente) para caracterizar as áreas de baixadas, que compreende a atual periferia próxima ao centro do município de Belém (SUDAM, 1976). Este critério de predomínio fisiográfico se referia ao perfil social e econômico da população, marcado pela condição informal, definido como assentamento precário. O relatório e, por consequência, o critério altimétrico adotado estava associado às bacias hidrográficas da Primeira Léguas Patrimonial de Belém. Dessa forma, este critério foi estabelecido para designar áreas com problemas de saneamento que são ocupadas por população de baixa renda e não somente abaixo da cota de 4 metros (RODRIGUES *et al.*, 2014; SILVA; ROCHA, 2019).

Essas baixadas são terrenos sem infraestrutura, que, geralmente, são invadidos, e apresentam casas de madeira e pontes sobre áreas alagáveis (ABELÉM, 1968; PONTE; LUZ; SILVA, 2016). Rodrigues *et al.* (2013) consideraram que na cidade de Belém o tipo mais antigo e popular de assentamento precário, ou de favela, é o chamado baixada, a qual se caracteriza pela alta densidade construtiva e populacional, ocorrência de palafitas, pontes de madeiras que permitem o acesso às residências e precariedade de infraestrutura urbana, que ocasionam consequências prejudiciais de manutenção das condições naturais dos cursos d'água por serem tratados como esgoto e pelo impedimento da passagem por lixo nas calhas e nas áreas marginais.

Historicamente, a ocupação da RMB ocorreu de forma desordenada, pois não houve um planejamento urbano, sobretudo, na gestão das bacias hidrográficas, como a ocupação de áreas alagadas e impróprias para moradia, que é a realidade predominante na Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (BHEN). Esta é a quinta maior Bacia da cidade de Belém e está sujeita a alagamentos e a maioria em decorrência da influência das marés (BELÉM, 2007). A BHEN é uma das mais populosas bacias que compõem o município de Belém, cuja ocupação se deu de forma desordenada para uso residencial por famílias de baixa renda e com mínimos equipamentos de infraestrutura urbana (AQUINO *et al.*, 2017).

Ressalta-se ainda que a partir da década de 1980, a parte continental de Belém passou por muitas intervenções que buscou um domínio dos rios urbanos que atravessam o município. Essas intervenções ocorreram por meio de políticas públicas de urbanização denominados de “Projetos de Macrodrenagem”, e seriam responsáveis por promover o direito à cidade e à sustentabilidade, como foi o caso da BHEN, que teve início em 2006 (PEREIRA; SOBRINHO,

2020). Para estes autores, estas intervenções, no entanto, trouxeram impactos socioambientais no contexto urbano, como as remoções e os remanejamentos da população local, assim como a falta de ações democráticas em seus processos e na comunicação com as famílias afetadas. Neste sentido, frisa-se que o avanço de qualquer política pública parte de uma concepção básica de que todo processo, ação ou programa implementado pelo Governo deve passar por um instrumento de avaliação, de modo a construir subsídios que possibilitem dimensionar os erros, os acertos e os desafios para melhoria de tal política (JÚNIOR; SILVA; SANT'ANA, 2011).

Diante do exposto, este trabalho foi norteado pelas seguintes questões-problema: a) Quais os fatores de ordem natural, socioeconômica e políticas dificultam a gestão efetiva da Bacia Hidrográfica Estrada Nova; e b) Como estes fatores afetam o processo de uso e ocupação do solo nesta área e, conseqüentemente, interferem na qualidade ambiental e de vida da população que reside no local?

Neste contexto, a justificativa para tornar a BHEN como objeto de estudo foi em razão de diferentes perspectivas, mas que estão associadas à problemática desta bacia:

- a) Importância ambiental: a área está sujeita à influência de águas pluviais e das marés (furos e igarapés) e chuvas constantes, além de características físicas do solo (relevo e declividade), que, juntamente, com a precária infraestrutura urbana, são fatores preponderantes para a situação de vulnerabilidade vivenciada por grande parte da população na abrangência da BHEN;
- b) Importância socioeconômica: a área possui muitas ruas com saneamento, obras infraestruturais e condições de moradias precárias, com pontos de alagamentos e até de inundações, embora projetos e alguns trabalhos paliativos existam para o local, a população, geralmente, de baixo poder aquisitivo são as vulneráveis a esses riscos ambientais, onde lidam com as conseqüências da inundação dos canais e com os estragos dos alagamentos;
- c) Importância teórica e acadêmica: diante da necessidade de ampliar os conhecimentos acadêmico-científicos sobre a BHEN, que ainda são escassos, apesar da complexidade e relevância da área. Justifica-se ainda pela pretensão em gerar subsídios e críticas para a elaboração/atualização de projeto de macrodrenagem coerente com a realidade da área estudada, visando melhorias para a qualidade socioambiental da bacia e da população residente no local, assim como motivar outros estudantes e pesquisadores para pesquisas interdisciplinares nesta área.

Diante do exposto, o presente trabalho pretende estudar e analisar a gestão de bacias hidrográficas urbanas, especificamente a Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, destacando os fatores que incidem para a ocorrência de agravos ou riscos naturais que associados ao processo de uso e ocupação do solo urbano comprometem a qualidade ambiental e de vida da população que ocupa esse espaço. Para tanto, os objetivos específicos foram: Caracterizar aspectos territoriais, demográficos e sanitários da BHEN, buscando associá-los aos riscos urbanos e às condições de drenagem, declividade e elevação da bacia; e tecer considerações sobre o projeto de macrodrenagem da BHEN e propor algumas melhorias para a qualidade ambiental diante do projeto de macrodrenagem desta bacia.

Esta dissertação está estruturada em dois capítulos descritos a seguir:

No Capítulo 1 está apresentada a caracterização territorial, demográfica e sanitária da BHEN, a fim de entender a realidade socioeconômica e ambiental desta área que abrange muitos bairros EN, especificamente as inundações e alagamentos que atingem muitos pontos dos bairros de Belém, e a elaboração e a análise de mapas temáticos sobre a drenagem, declividade e elevação da bacia. periféricos da cidade de Belém. Da mesma forma, busca identificar o risco ambiental urbano na BH.

No Capítulo 2 foi percorrido sobre o Projeto de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica Estrada Nova e elaborou-se argumentos técnicos sobre este projeto.

Nas considerações finais são expostas as principais observações resultantes do trabalho e recomendações de intervenção para minimizar a problemática local e contribuir para o planejamento urbano nos perímetros da BHEN.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Desastres naturais: caracterização e impactos em âmbito mundial

Os desastres naturais podem ser ocasionados por diversos fenômenos, como as inundações, escorregamentos, processos erosivos, terremotos, tempestades, entre outros. Além da ocorrência crescente de fenômenos naturais, percebe-se o acelerado processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas, em nível mundial, inclusive no Brasil, o que levou ao crescimento das cidades, geralmente, em áreas impróprias à ocupação, elevando as situações de perigo e de riscos a desastres naturais (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015).

Estes desastres naturais podem ser caracterizados como aqueles eventos provocados por fenômenos, que podem ser produzidos por fatores de origem externa que atuam independentemente da ação humana (BRASIL, 2009, p. 58). Conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), o desastre pode ser caracterizado como:

[...] o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios” (BRASIL, 2017, p. 23).

Existem três níveis para classificar os desastres naturais, a saber: de pequena, médio e grande intensidade, de acordo com a Instrução Normativa nº 02/2016, regida pela Lei 12.608/2012, que Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC (CNM, 2018, p. 3).

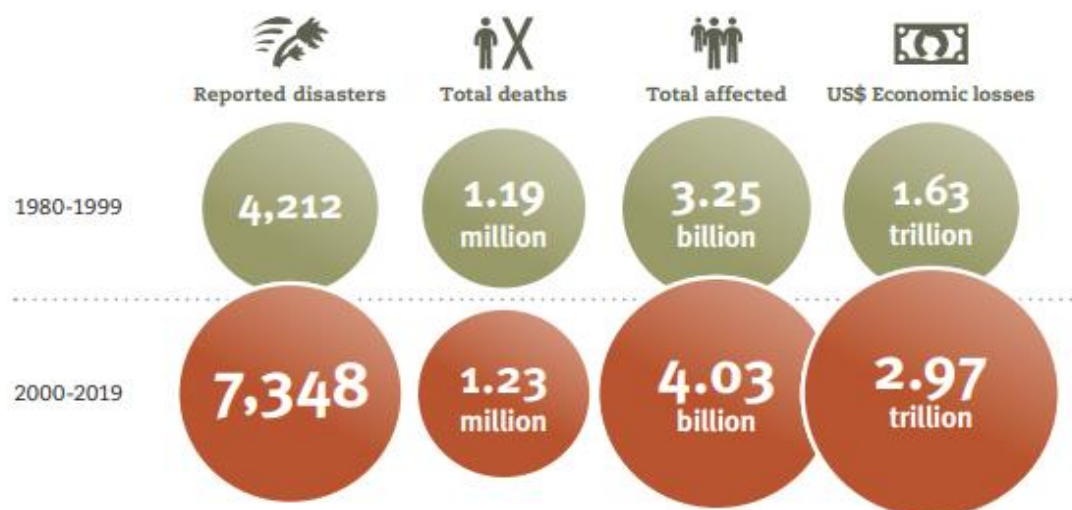
Neste contexto, as inundações graduais, em particular, não deveriam ser classificadas somente como desastres naturais, mas como desastres mistos (socionaturais), pois existe claramente a presença de fatores internos e externos que concorrem para provocar/agravar os eventos adversos associados com este tipo de desastre (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2018).

Conforme o Atlas da Vulnerabilidade a Inundações, da Agência Nacional das Águas, o aumento de riscos de inundações é percebido pela observação de registros naturais ocorridos no mundo, os quais resultaram em cerca de 3,3 milhões de vidas perdidas, entre os anos de 1970 e 2010 (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2018). Para estes autores, de acordo com os dados registrados no The International Disaster Database (EM-DAT), considerando apenas os registros de inundações nas Américas Central e do Sul, a parcela referente a este tipo de desastre chega a 40% do total, alertando para a importância do tema, ao longo do período de 1900-2015.

O relatório “O Custo Humano dos Desastres 2000-2019”, elaborado pelo Escritório das Nações Unidas para redução dos riscos de desastres, alertou em 10 de outubro de 2020 que as mudanças climáticas quase dobraram a ocorrência de desastres naturais nas últimas décadas deste século. O documento antecipa a realização da Convenção da Biodiversidade (CDB), a 15ª reunião da Conferência das Partes (COP), entre 17 e 30 de maio de 2021 em Kunming, na província de Yunnan, China (CRBIO-01, 2020).

Para ser registrado como um desastre no EM-DAT, um evento deve se inserir em pelo menos um dos critérios: dez ou mais pessoas mortas; 100 ou mais pessoas afetadas; Declaração de estado de emergência ou ajuda internacional (UNDRR, 2020). O EM-DAT registrou 7.348 desastres naturais aconteceram entre 2000 e 2019, o que resultou na perda de aproximadamente 1,23 milhão de vidas e afetou 4,2 bilhões de pessoas, além de custar à economia global em torno de 2,97 trilhões de dólares (Figura 1) (CRBIO-01, 2020, p. 7).

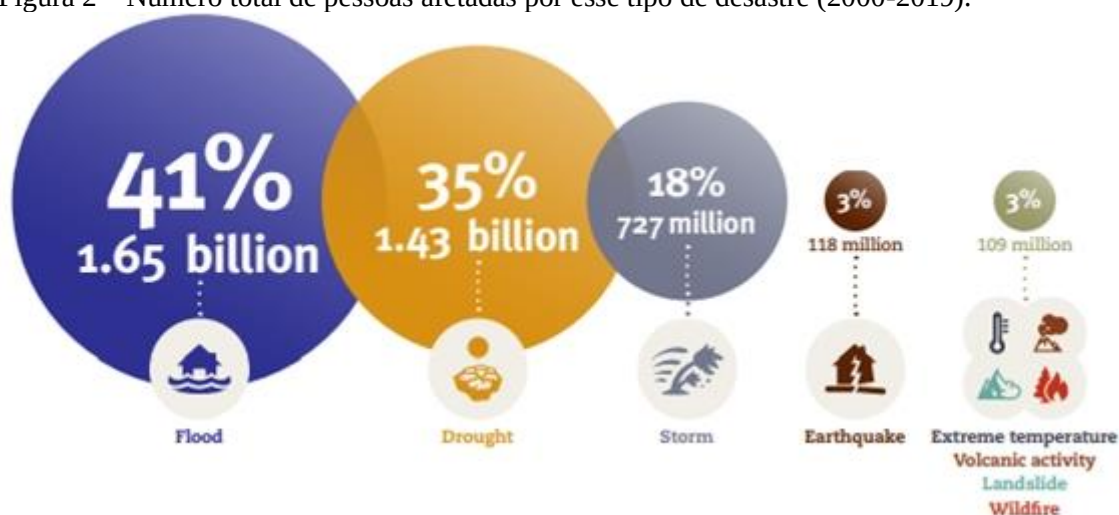
Figura 1 – Impacto dos desastres: 1980-1999 vs. 2000-2019.



Fonte: United Nations Office for Disaster Risk Reduction-UNDRR (2020).

De acordo com este estudo, as inundações foram responsáveis por mais de 40% de todos os eventos de desastre de 2000 a 2019, afetando 1,65 bilhão de pessoas em todo o mundo. Além disso, esse tipo de evento são os mais comuns com uma média de 163 eventos por ano (Figura 2) (ONU, 2020).

Figura 2 – Número total de pessoas afetadas por esse tipo de desastre (2000-2019).



Fonte: United Nations Office for Disaster Risk Reduction-UNDRR (2020).

O Relatório da ONU sobre redução de riscos e desastres evidencia que as diferenças nas últimas duas décadas estão associadas ao aumento das emergências relacionadas ao clima, sendo este o principal motivo para o aumento dos desastres naturais. Além disso, para os autores do relatório, esta é uma prova evidente de que em um mundo, onde a temperatura média

global em 2019 era 1,1 °C superior do período pré-industrial, os impactos estão sendo sentidos na atualidade (ONU, 2020).

2.1.1 Desastres naturais no Brasil

Para a Organização Pan-America da Saúde (OPAS), no Brasil, o processo de urbanização de sua população (força motriz), consolidado no decorrer da segunda metade do século XX, não se concretizou em um processo de organização planejada do espaço urbano (OPAS, 2015). Sendo assim, houve a concentração da população nas áreas urbanas (pressão) sem que houvesse um planejamento urbano para suprir as necessidades desse adensamento demográfico. Dessa forma, o reflexo mais forte é retratado pela consolidação de grandes aglomerados subnormais (situação), em áreas ambientalmente frágeis, sem infraestrutura urbana e ocupada, predominantemente, pela população de baixa renda, constituindo territórios críticos e vulneráveis.

As alterações extensivas e intensivas na questão ambiental podem contribuir para aumentar a frequência ou a magnitude de determinados eventos, como ameaças naturais (eventos hidrológicos, climatológicos, meteorológicos, geológicos ou geofísicos) que somados com a vulnerabilidade socioambiental (processo de uso e ocupação do solo no Brasil, gerando uma urbanização com aglomerados subnormais e populações vulneráveis) resultam em desastres com efeitos negativos à saúde (OPAS, 2015).

De acordo com os dados da Secretária Nacional de Proteção de Defesa Civil (SEDEC) em 20 anos foram registrados no Brasil 31.099 desastres afetando a vida de mais de 96 milhões de pessoas abrigadas e obrigando que mais de 6 milhões deixassem seus lares, conforme pode ser visualizado na Tabela 1 (OPAS, 2015).

Tabela 1 – Registros de desastres naturais no Brasil, 1991-2010.

Tipos de desastres	Total de eventos	Afetados	Mortalidade	Morbidade (enfermos e feridos leves e graves)	Diretamente expostos (deslocados, desabrigados e desalojados)
Hidrológicos	10.44	38.836.257	1.567	309.529	4.176.851
Climatológicos	18.450	49.868.081	273	167.582	1.554.450
Meteorológicos	2.290	4.120.439	161	4.917	276.847
Geológicos/Geofísicos	725	3.544.059	1.403	5.530	173.259
Total	31.909	96.368.836	3.494	487.558	6.181.407

Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2010 (2012) e OPAS (2015).

Conforme a Confederação Nacional de Municípios (2018), os danos (materiais, ambientais, sociais e financeiros) de 2012, no 1º semestre de 2017, causaram mais de R\$ 244,9 bilhões, de prejuízos no Brasil ao todo, com 53,6 milhões de pessoas afetadas, o que

corresponde a 25% da população brasileira. Entre os anos de 2012 e 2018, os prejuízos causados por desastres em todo o Brasil ultrapassaram os R\$ 173,5 bilhões (Tabela 2).

Tabela 2 – Registros de desastres naturais no Brasil, 1991-2010.

Ano	2012	2013	2014	2015
Centro-oeste	8.127.500,00	570.833.745,98	1.039.380.416,41	44.998.455,05
Nordeste	513.708.761,74	40.781.016.477,29	50.230.962.590,61	14.170.903.448,01
Norte	1.900.798,00	1.556.720.728,08	1.259.320.106,04	1.936.473.050,96
Sudeste	106.620.554,65	27.033.235.938,00	24.590.914.187,56	3.444.241.590,33
Sul	78.184.800,00	1.635.856.053,92	3.454.989.793,75	1.069.955.948,02
Total	708.542.414,39	71.577.662.943,27	80.575.567.094,37	20.666.572.492,37

Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC/MI, (elaboração CNM).

No Brasil o crescimento de ocorrência de desastres naturais ocorre em virtude da intensificação de eventos geodinâmicos, hidrometeorológicos e climáticos em algumas regiões do país, assim como ao aumento da exposição ao risco pela ocupação de áreas suscetíveis a desastres naturais. Os principais desastres naturais registrados são decorrentes de inundações, enxurradas, alagamentos, deslizamentos, estiagens, secas, incêndios, florestais, mortes por descargas elétricas e destruição por vendavais (NOBRE; AMARENGO, 2017).

2.2 Inundações e alagamentos

Para Miguez, Di Gregório e Veról (2018, p. 31), as inundações são fenômenos naturais, resultantes do extravasamento de corpos d'água em períodos de cheia, podendo ser bruscas ou graduais (Figura 3). Na ocorrência do extravasamento, essas águas podem atingir sistemas socioeconômicos e causar danos. Quando as bacias são urbanizadas, a intensidade e a extensão das inundações podem ser modificadas pela própria ação humana, que alteram os padrões naturais do solo, agravando o fenômeno.

As inundações bruscas ocorrem em rios de declividade mais forte, conhecidas como enxurradas, que têm grande poder de destruição por ação de arraste ocasionado pela combinação de altas velocidades e lâminas d'água, podendo transportar sedimentos em grande quantidade e de grande dimensão, derrubar casas, carregar pessoas e bens, danificar ruas e romper redes de infraestrutura. Já as inundações graduais estão relacionadas com os trechos mais planos dos rios, com a ocupação lenta das planícies de inundação e o alagamento de grandes áreas (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2018). Ainda conforme estes autores, o “alagamento” geralmente se refere a falhas dos sistemas de drenagem urbana. Dessa forma, distingue-se o fenômeno típico de falha das redes de drenagem, em áreas urbanas, das inundações naturais, associadas a cursos d'água naturais.

De acordo com o Ministério das Cidades/IPT (2007) o alagamento pode ser definido como “acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com os processos de natureza fluvial”.

Figura 3 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.



Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007)

A probabilidade e a ocorrência de inundação, enchente e de alagamento são analisadas pela combinação dos seguintes fatores naturais e antrópicos (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015).

Entre os fatores naturais, destacam-se:

- Formas de relevo;
- Características da rede de drenagem;
- Intensidade, quantidade, distribuição e frequência de chuvas;
- Características do solo e teor de umidade;
- Presença ou ausência de cobertura vegetal.

Entre os fatores antrópicos, citam-se:

- Uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água;
- Disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água;
- Alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização dos cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras);
- Intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento de cursos d'água.

As enormes cidades, especialmente as Regiões Metropolitanas, apresentam graves problemas de inundação decorrentes da ocupação das margens dos cursos d'água por população de baixa renda, como a perda de vidas e de bens materiais. Neste sentido, a ocupação dessas áreas marginais deve ser orientada pelo disposto na legislação brasileira, em específico nas Leis Federais nº 12.651/2012 (Código Florestal) e nº 6.766/79 (Parcelamento do solo urbano) (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015).

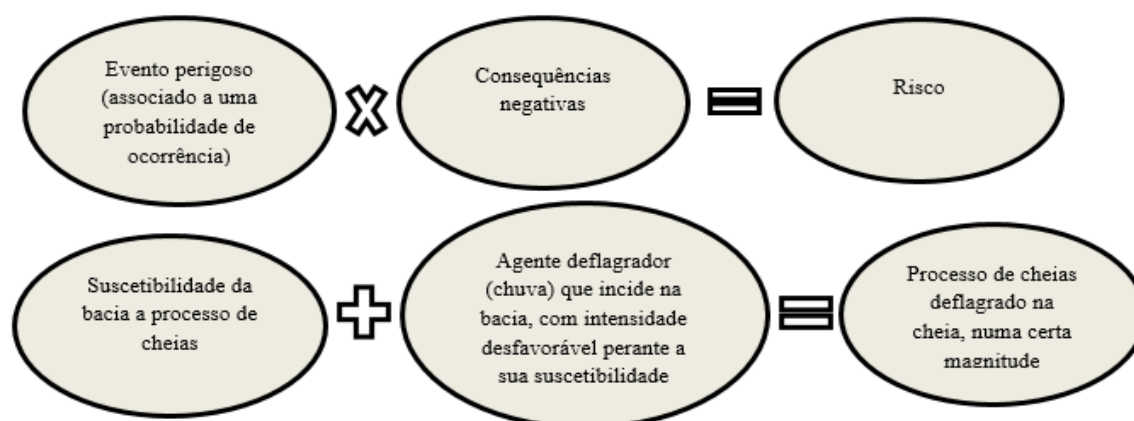
Conforme estes autores, a impermeabilização do solo pelo asfalto interrompe a infiltração e é responsável pelo aumento do escoamento superficial. Além disso, as retificações, as canalizações e o assoreamento também provocam mudanças na dinâmica da vazão dos cursos d'água. Com a eliminação dos meandros (curvas) existentes em alguns cursos d'água, que reduzem gradualmente a velocidade da água, ocorre a concentração do fluxo em pouco tempo, conseqüentemente, ocasiona as chamadas “inundações relâmpagos”.

2.3 Risco e vulnerabilidade

De acordo com Unesco, a definição de risco corresponde à combinação da possibilidade de um evento particular (como inundação, por exemplo) ocorrer e o impacto causado por esse evento, caso tenha ocorrido (SARYERS, 2013; MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2018). O risco, portanto, tem duas componentes: a probabilidade de ocorrência de um evento adverso e as conseqüências advindas dessa ocorrência.

A primeira componente abordada é a probabilidade de ocorrência de uma inundação, que reflete tanto a probabilidade de ocorrência de um dado evento que ativa o processo de inundação (uma tempestade, por exemplo) quanto à probabilidade de que as águas transformadas em escoamento superficial provocarão uma inundação que atingirá um local específico na planície de inundação, considerando o funcionamento do sistema de canais, as baixadas, os eventuais diques e outras estruturas hidráulicas, que direcionam o caminho da inundação (Figura 4). Dessa forma, o evento perigoso ou ameaça à inundação ou alagamento decorrente da chuva, e esta é a última conseqüência do processo, isto é, é o seu agente deflagrador (Figura 4). Porém, enfatiza-se que a chuva não é por si mesma uma ameaça, uma vez que ela tem o papel fundamental para diferentes sistemas, como abastecimento de água, irrigação e gasto de energia (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2018, p. 32).

Figura 4 – Ilustração do Risco e do evento deflagrador, respectivamente.



Fonte: Miguez, Di Gregório e Veról (2018).

Os autores supracitados apontam a suscetibilidade do meio físico à formação de vazões depende da combinação de várias condicionantes naturais e antrópicas na bacia, que implicam em uma dada “eficiência” da transformação da chuva em vazão e afetam o processo subsequente de escoamento das vazões geradas. Desse modo, são componentes desta suscetibilidade: tipo de solo e características de sua permeabilidade natural, porcentagem de cobertura vegetal, relevo, declividade, tipo de uso e ocupação do solo, grau de impermeabilização, rugosidade do terreno, entre outros. Portanto, os autores afirmam, em geral, que as áreas de topografia mais plana, próximas de curso d’água, em áreas extremamente impermeabilizadas, terão mais disposição para gerar inundações e alagamentos.

O conceito de vulnerabilidade auxilia o entendimento da desigual exposição aos fatores ameaçantes. Um grupo vulnerável é aquele que exposto a determinado fator de perigo não pode antecipar, lidar, resistir e recuperar-se dos impactos disso derivados, situação que está associada a mudanças inesperadas do ambiente e rupturas nos sistemas de vida (CONFALONIERI, 2003).

2.4 As bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas são vitais para o estabelecimento e desenvolvimento econômicos das cidades, pois oferecem a disponibilidade de água e a proteção dos mananciais. Porém, as altas taxas de urbanização nos centros urbanos ligados às deficiências de uma política pública ambiental são as causas principais da degradação ambiental dessas áreas (BEU; CRUZ, 2012, p. 115).

As degradações de bacias hidrográficas podem acontecer por diversos fatores, como: a) urbanização sem planejamento; b) atividades agrícolas e de mineração; c) desmatamentos; d) obras de terraplanagem; e) poluição; f) atividades industriais; e g) inexistência de práticas de planejamento e conservação do uso do solo (BENINI, 2005; BEU; CRUZ, 2012, p. 115).

De acordo com Araújo; Almeida e Guerra (2008) as bacias hidrográficas exercem importância na recuperação de áreas degradadas. Sendo assim, é na superfície terrestre que ocorrem a maioria dos danos ambientais e situam-se as bacias hidrográficas. Nesta perspectiva, é necessário entender a sua formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação tenham a sua efetiva eficácia.

De acordo com Araújo; Almeida e Guerra (2008) as bacias hidrográficas exercem importância na recuperação de áreas degradadas. Sendo assim, é na superfície terrestre que ocorrem a maioria dos danos ambientais e situam-se as bacias hidrográficas. Nesta perspectiva,

é necessário entender a sua formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação tenham a sua efetiva eficácia.

Na execução de qualquer obra realizada num canal fluvial ou mesmo numa bacia hidrográfica, considera-se a dinâmica de ambos, bem como as ligações existentes entre as encostas e os canais fluviais que drenam a área atingida (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2008).

Ainda de acordo com estes autores, a erosão pode ocorrer ao longo das margens dos rios, onde a velocidade do fluxo d'água é alta e a resistência do material da margem, em geral, é baixa. Períodos contínuos ou prolongados de inundação associados com uma diversidade de processos de degradação também contribuem para dificultar a proteção da margem dos cursos d'água.

De acordo com Lorandi e Cançado (2002), a bacia hidrográfica compõe-se principalmente de um conjunto de superfícies vertentes e de cursos d'água confluentes que formam uma rede de drenagem até o rio principal ou de base, até que ele atinja seu exultório.

Ainda conforme estes autores, a precipitação que chega sobre a bacia hidrográfica alcança as vertentes e infiltra-se no solo, até que ela atinja sua saturação, gerando o escoamento superficial das vertentes para os cursos d'água, que abastece até o seu exultório ou seção de saída. A ausência de planejamento do uso e ocupação do solo pode ocasionar um conjunto de problemáticas relacionados à urbanização dessa camada que direta ou indiretamente compromete no gerenciamento de bacias hidrográficas.

Os autores afirmam que esses problemas mais acentuados estão vinculados com a ocupação de áreas marginais dos rios sujeitos a inundações. Além do mais, os sedimentos transportados pela água que escoam das vertentes, decorrentes da ação dos processos erosivos naturais até o curso d'água, acumulam-se ao já existentes nos leitos dos próprios corpos hídricos, acarretando o assoreamento.

2.5 Impactos na drenagem urbana

O crescimento urbano das cidades brasileiras tem gerado impactos significativos na população e no meio ambiente, como o aumento da frequência de inundações, prejudicando a qualidade da água (IPH, 2005). Esses problemas estão associados pela forma como as cidades se desenvolvem, como: falta de planejamento, controle do uso e do solo, ocupação das áreas de risco e sistema de drenagem inadequados. No que se refere à drenagem urbana, pode-se citar que existem duas condutas que tendem a acelerar ainda mais a situação (IPH, 2005):

- O projeto de drenagem urbana possui como meta escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante, este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções e aterros, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos, evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

O controle no impacto do aumento do escoamento pela influência da urbanização na macrodrenagem, como na cidade de Belém do Pará, ocorreu por meio de canalização. Essa estrutura é dimensionada para escoar uma vazão de projeto para tempos de retorno que variam de 25 a 100 anos (TUCCI, 1997).

Para Tucci (1997) nas áreas que antes eram o leito maior do rio e sofriam frequentes inundações existiam favelas ou eram desocupadas. Ressalta-se que essas áreas se tornam valorizadas pela suposta solução do controle da enchente. No entanto, afirma que a falta de controle do poder público em relação ao crescimento da bacia de montante e o respectivo aumento da vazão máxima, podem comprometer a ocorrer inundações no antigo leito maior.

Os riscos de inundação e contaminação da qualidade da água nos rios e próximos às cidades de países em desenvolvimento e, mesmo em países desenvolvidos, considerado um processo dominante no final do século XX e no início do século XXI. Esse problema decorre, de acordo com Tucci (2005):

- Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos pelos efluentes urbanos, como esgoto cloacal, pluviais e resíduos sólidos nas cidades;
- Disposição inadequada dos esgotos cloacais, pluviais e resíduos sólidos na cidade;
- Inundações nas áreas urbanas resultantes da urbanização;
- Erosão e sedimentação, gerando áreas degradadas;
- Ocupação de áreas ribeirinhas, com risco de inundações e de áreas de grandes inclinações, como morros urbanos, sujeitos a deslizamentos após período chuvoso.

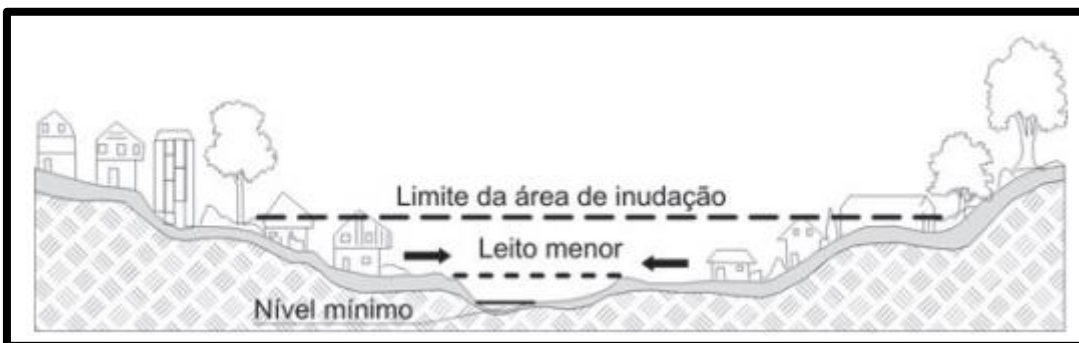
O escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas relacionados a dois processos, que ocorrem isoladamente ou separadamente (TUCCI, 2008, p. 104):

- Inundações de áreas ribeirinhas: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento da bacia hidrográfica;

- Inundações em razão da urbanização: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana por causa do efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento.

No contexto de inundações de áreas ribeirinhas, os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo, é limitado pelo risco de 1,5 a dois anos. Dessa forma, as inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo o leito maior. As cotas do leito maior identificam a magnitude de inundação e o seu risco. Assim, os impactos pela inundação ocorrem quando essa área é ocupada pela população (Figura 5), esse tipo de inundação geralmente ocorre em bacias médias e grandes ($>100 \text{ km}^2$) (TUCCI, 2008, p. 105).

Figura 5 – Características dos leitos dos rios.



Fonte: Tucci (2008).

Essas condições ocorrem em razão das seguintes ações (TUCCI, 2008, p. 105):

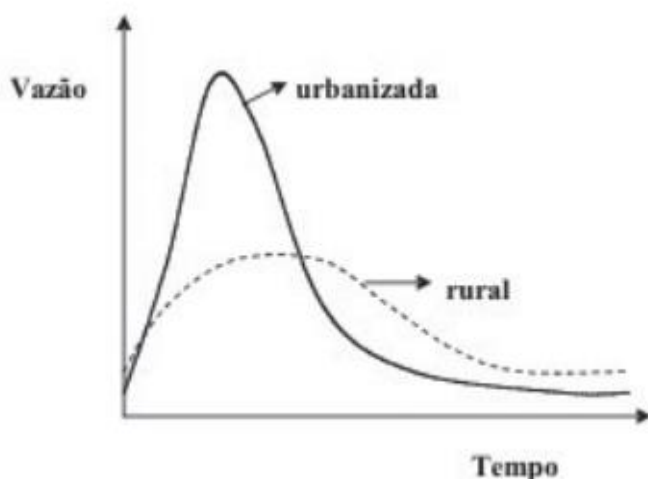
- No Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano das cidades, geralmente não existe nenhuma restrição quanto à ocupação das áreas de risco de inundação;
- Ocupação das áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de renda baixa;
- Ocupação de áreas de médio risco, de frequência menor, mas quando ocorre inundação sofrem prejuízos significativos.

No que se refere às inundações de áreas urbanizadas, as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude em razão da impermeabilização do solo e a construção da rede de condutos pluviais. Desse modo, geralmente essas inundações são vistas como locais porque envolvem bacias pequenas ($<100 \text{ km}^2$, mas frequentemente bacias $< 10 \text{ km}^2$). À medida

que a cidade urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos, conforme listado por Tucci (2008, p. 106):

- Aumento das vazões máximas (Figura 6) em várias vezes e da sua frequência em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos de canais e impermeabilizações das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo);
- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão da lavagem de ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial;
- Por causa da forma desorganizada como infraestrutura urbana é implantada, tais como (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos de obras de drenagem inadequadas, com diminuem a jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.

Figura 6 – Hidrograma de bacia rural e depois urbanizada.



Fonte: Tucci (2008).

2.5 Impactos hidrológicos nas bacias urbanas

De acordo com Tucci (1997), o processo de urbanização, associado na intervenção antrópica sem planejamento, implica na mudança da cobertura vegetal, provocando vários efeitos que modificam o ciclo hidrológico natural, pode-se citar: a cobertura da bacia é alterada

para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações:

- Redução da infiltração do solo;
- O volume que não infiltra fica retido na superfície, aumentando o escoamento superficial. A construção de condutos pluviais contribui para aceleração do escoamento superficial, conseqüentemente, as vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo;
- Com a redução da infiltração, o aquífero tende a reduzir o nível do lençol freático por falta de alimentação, reduzindo escoamento subterrâneo;
- Devido à substituição da cobertura vegetal ocorre uma redução da evapotranspiração.

As situações de perigos hidrometeorológicos se associam a uma categoria mista de desastres: sociais, tecnológicos e ambientais; e as chuvas ocasionam um conjunto cada vez crescente de famílias/comunidades expostas à situação de vulnerabilidade, principalmente, aos impactos do crescimento desordenado das cidades (VALENCIO; CAMPOS; TRIVELIN, 2003).

Conforme Valencio, Campos e Trivelin (2003, p. 225), em termos espaciais, as chuvas podem incidir sobre determinada localidade, porém, o movimento das águas pluviais por meio da bacia hidrográfica pode encontrar realidades socioambientais que suscitam ocorrência de desastres noutra parte, a jusante. Já em termos temporais, não é o estado presente das chuvas, mas a associação entre intensidade/cumulatividade/sinergia com o meio que gera as condições propícias/ desfavoráveis aos desastres, associação que leva um tempo variante e cujo resultado aparece mesmo ao enfraquecer ou cessar às chuvas.

Os autores argumentaram sobre a forma inadequada e a expansão do espaço urbano das cidades brasileiras, o que vem tornando mais suscetíveis tanto as áreas de ocupação recente quanto as antigas, de modo que o efeito sinérgico entre elas altera as características dos riscos para ambas. Declararam ainda que as populações em áreas de risco são afetadas por desastres, como os relacionados às chuvas, geralmente, deixam de informar à Defesa Civil as pequenas tragédias particulares vivenciadas, assim como observam com desconfiança e agem com resistência às estratégias de prevenção que são postas em operação, através da remoção das pessoas do lugar, o que é realizado muitas das vezes a partir do deslocamento involuntário.

Valencio, Campos e Trivelin (2003) argumentam sobre os aspectos de percepção social e condição socioeconômica estão ligadas no comportamento não colaborativo dos vulneráveis, isso se expressa na associação do descaso cotidiano do poder público em relação à comunidade

afetada com a abordagem pontual dos serviços de emergência em épocas de chuvas, que buscam retirar as pessoas do lugar ameaçado. Logo, entende-se que essa iniciativa não se trata de tomada de proteção social, mas de um esforço público de descolocar a vulnerabilidade em vez de resolvê-la.

Para os autores, a realidade que se enfrenta diante os perigos hidrometereológicos expressa a invisibilidade social, resultante do processo de exclusão social, é o atributo que mais induz comunidades inteiras à vulnerabilidade, o que reflete nos efeitos prejudiciais da má repartição social sejam econômicos, sociais e ambientais.

Nesse contexto, surge o questionamento sobre como os moradores da capital de Belém lidam com as problemáticas dos assentamentos precários, na condição de serem “resilientes”, pois lidam com as consequências das inundações e alagamentos.

Carvalho e Rossbach (2010) retrataram que uma das principais consequências da falta de alternativas de moradias legais está na agressão ambiental e alertaram que a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como as áreas de várzeas inundáveis, representa uma alternativa de habitação para os excluídos do mercado e dos programas públicos pouco abrangentes. Além disso, argumentam que essa situação não é por falta de leis ou planos que essas áreas são ocupadas, mas por falta de alternativas habitacionais para a população de baixa renda.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na internet (Google acadêmico) para buscar informações sobre os aspectos territoriais, demográficos e socioambientais da BHEN. Para a caracterização territorial e demográfica da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova foram selecionados trabalhos de autores que versavam sobre essa questão (LEÃO, 2013; MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015; PONTE; LIMA; RODRIGUES, 2016; GUSMÃO; SOARES, 2018; CARNEIRO *et al.*, 2018), além de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), caracterizando uma pesquisa documental. Procedimento similar foi realizado para a caracterização sanitária da BHEN, onde os autores utilizados foram Araújo Júnior (2013), Ponte *et al.* (2014) e Rios (2018), e informações da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN, 2004).

Para a análise da vulnerabilidade aos riscos ambientais (alagamentos e inundações) na BHEN foi realizada uma pesquisa bibliográfica por meio da qual foram selecionados os trabalhos de Souza (2004), Bueno (2005), Santos (2010), Pinto e Ribeiro (2021) e Ponte *et al.* (2022), assim como foi realizada uma pesquisa documental em bancos de dados do Programa Demandas Espontâneas e Induzidas (PDES, 2009), IBGE (2010; 2015; 2020) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2015) sobre o tema.

A partir de uma pesquisa empírica, documental e bibliográfica para traçar o cenário de vulnerabilidade da BHEN, foi realizada a elaboração de mapas temáticos de drenagem, declividade e elevação. Utilizou-se como base a metodologia de Fonseca *et al.* (2018), onde foi elaborado um modelo hidrológico que inclui as características físicas da bacia (modelo de terreno, escoamento superficial e vazão do canal principal) utilizando as imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) para gerar altimetria, drenagem e declividade. A base de dados sistematizada e integrada a um banco de dados geográficos foram acessados a partir de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). O mapeamento das áreas críticas no estudo facilita a identificação de áreas prioritárias para implementação de políticas de planejamento urbano.

Para aplicação dessa metodologia, recorreu-se ao *Software* livre QGIS, cuja escolha desse software aberto ocorreu diante da possibilidade de buscar alternativas para trabalhar com dados espaciais em programas livres e facilidade no acesso. De acordo com Fonseca *et al.* (2018) a coleta de base de dados foi por meio dos elementos das bases cartográficas na escala de 1:250.000, dos bairros estudados da bacia e das divisões administrativas do município de Belém, catalogadas pelo IBGE, TOPODATA e Agência Nacional de Águas (ANA). Além

disso, estas bases cartográficas também foram utilizadas para obter informações sobre drenagem e altimetria.

A depuração das bases de dados ocorreu com o objetivo de extrair características geográficas não pertencentes a área de estudo e inconsistência de dados. Assim, na etapa seguinte, estas camadas foram georreferenciadas, no propósito de indexar um Banco de dados Geográfico (BDGeo) relacionável com as classes de Geoinformação, utilizando o *software* QGIS (FONSECA *et al.*, 2018).

Na próxima etapa foi realizado o *download* da imagem SRTM por meio do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>) para adquirir o *raster* e obter o quadrilátero geográfico do município de Belém, na escala 1:25.000 e resolução espacial de 30 metros (FONSECA *et al.*, 2018). Ainda de acordo com estes autores, na busca de especializar o Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia hidrográfica, para verificar os pontos de altimetria do terreno foi usado o QGIS e suas ferramentas de análise espacial e tratamento do MDE, possibilitando a redução de possíveis interferências dos objetos geográficos da superfície terrestre no sentido de alcançar um acurado modelo final de representação do terreno da BHEN.

Dando continuidade, a delimitação automática da rede de escoamento da bacia foi desenvolvida no SIG QGIS, norteada pelas extensões disponíveis no endereço eletrônico da *Environmental Systems Research Institute* (ESRI): *Spatial Analyst* e *Hydrology Modeling* (FONSECA *et al.*, 2018). O preenchimento das depressões falhas nas ocorrências de corpos hídricos, direção de fluxo para as relações hidrológicas entre pontos dentro da bacia, fluxo acumulado para o grau de confluência do escoamento e a delimitação da ordem foram gerados pelo interpolador de STRAHLER (FONSECA *et al.*, 2018).

Para a análise do projeto de macrodrenagem da BHEN e proposição de algumas melhorias para a qualidade ambiental nessa área da bacia foi utilizado o recurso do estudo de caso, com ênfase em pesquisa bibliográfica (LIMA, 2004; BUENO, 2005; MORAES *et al.*, 2005; SANTOS, 2009; PONTE, 2010; FREITAS; XIMENES, 2012; ARAÚJO JÚNIOR, 2013; LEÃO, 2014; BRANDÃO, 2016; PONTES *et al.*, 2017; ARAÚJO-JÚNIOR; AZEVEDO, 2022) e documental (BELÉM, 2007). As propostas foram sugeridas com base na literatura pertinente e visão técnica da autora.

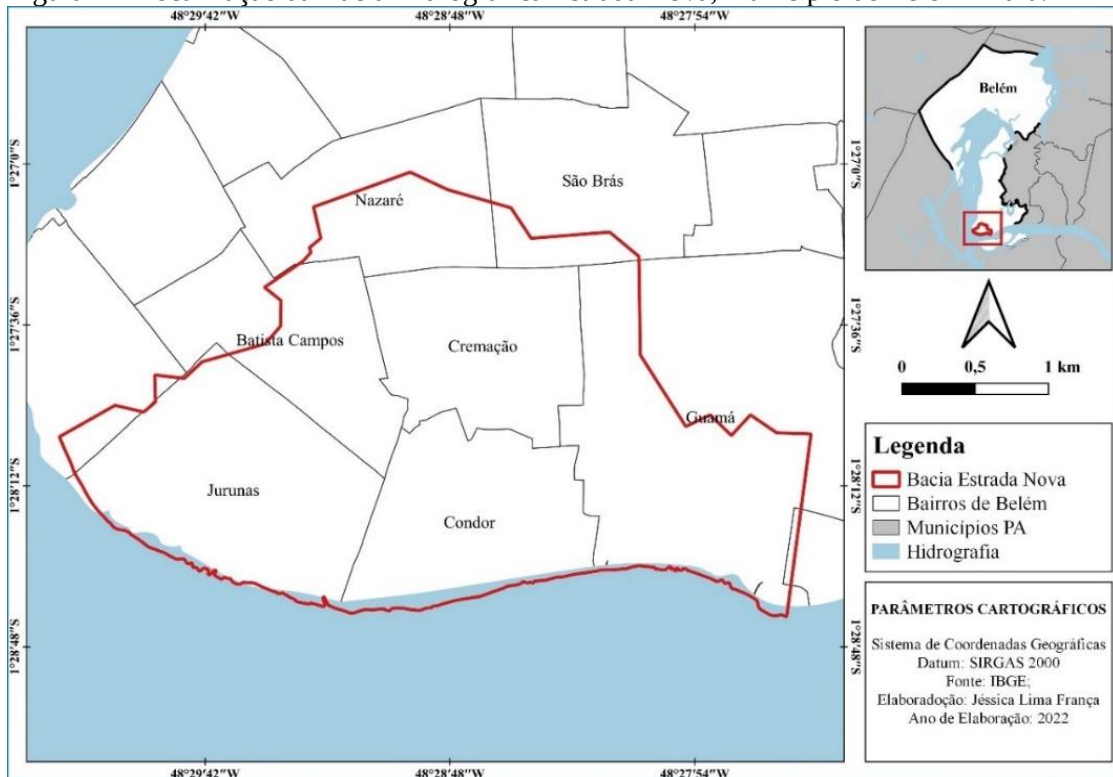
4 ASPECTOS TERRITORIAIS, DEMOGRÁFICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTRADA NOVA

Neste capítulo são abordadas a caracterização do território onde está situada a Bacia Hidrográfica da Estrada Nova e, concomitantemente, da população residente nos bairros periféricos que compõem o cenário, assim como demonstra alguns aspectos socioambientais, que afetam diretamente os moradores locais que estão agrupados geralmente em aglomerados subnormais e sem infraestrutura urbana e sanitária apropriada.

4.1 Caracterização territorial e demográfica da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova

A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (BHEN), localizada na porção sul da cidade de Belém do Pará, tem uma área de aproximadamente 9.639.094,38 m², onde estão localizados os bairros do Jurunas, Condor, Cremação e parte dos bairros do Guamá, São Brás, Nazaré, Batista Campos, Cidade Velha e Universitário; a bacia está situada em cotas que variam de 2 a 14 metros (Figura 7) (MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015). A BHEN drena a área mais populosa de Belém e está limitada pelo Sul ao Rio Guamá e oeste a Baía do Guajará, e devido estar próxima às marés que influenciam tal bacia (LEÃO, 2013).

Figura 7 – Localização da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, município de Belém - Pará.



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Na BHEN existem seis grandes aglomerados subnormais que ocupam mais de 50% do território e é formada por bairros heterogêneos, apesar da grande extensão (IBGE, 2020). Entre o período de 1950 e 2010, os bairros que fazem parte da BHEN tiveram aumento populacional, como o Jurunas que aumentou 432,62% (passando de 14.904 habitantes para 64.478); Guamá, com aumento de 681,38% (passando de 13.885 habitantes para 94.610); e o bairro da Condor, que teve o exponencial aumento de 2.339,06% (passando de 1.828 habitantes para 42.758) (IBGE, 2010).

Para a BHEN, estima-se um valor de 59.465 residências, sendo, em sua maioria, aglomerados subnormais, que são caracterizados pela falta de infraestrutura básica, bem como habitações precárias como invasões e palafitas (IBGE, 2010; MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015). Como observado, esta bacia é um local de alta densidade populacional e de aglomerados subnormais, que tem permeabilidade de sítio em torno de 3% e declividade abaixo de 1%, havendo a necessidade de aumento de permeabilidade, embora em termos práticos e contexto de urbanização densa seja difícil (PONTE; LIMA; RODRIGUES, 2016).

A existência dos “aglomerados subnormais” tem relação com a forte especulação imobiliária e fundiária, e a crescente irradiação do território do tecido urbano, bem como a carência da infraestrutura básica, incluindo de transporte e, por fim, a periferização da população (GUSMÃO; SOARES, 2018), como ocorre explicitamente na BHEN.

A ocupação desses assentamentos precários, como na BHEN, se dá, principalmente, por pessoas de baixa renda, haja vista que tais espaços são menos valorizados e que, por isso, as grandes imobiliárias buscam por bairros mais estruturados, possibilitando a venda de apartamentos e de serviços agregados, como os de amenidades naturais (praças, parques, bosques etc.) e com estabelecimentos públicos e privados (CARNEIRO *et al.*, 2018).

4.2 Caracterização sanitária da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a situação da BHEN no abastecimento de serviços públicos domiciliares era mais crítica no esgotamento sanitário, pois apenas 21% dos domicílios teriam destinação adequada dos dejetos por meio de rede de coleta (15%) ou fossa séptica (6%). Ainda conforme os dados deste instituto, 93% da população é abastecida por uma rede de distribuição de água, 95% se utilizam dos serviços de limpeza para a coleta de lixo domiciliar e 100% possuem energia elétrica.

O relatório do Plano Municipal de Saneamento Básico de Belém, de 2020, apontou como problemas socioambientais na área de influência da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova

os canais que passaram a ser considerados como esgotos a céu aberto, devido aos lançamentos realizados no sistema (Figura 8) (PONTE *et al.*, 2014).

Figura 8 – Lançamento de esgoto na drenagem urbana da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: Prefeitura Municipal de Belém (2020).

Os canais se encontram assoreados e os dispositivos de drenagem acabam se tornando mais escassos e deteriorados pelas obstruções causados pelo lançamento e acúmulo de resíduos sólidos, além de que há uma ampliação da vazão prevista para redes de drenagem, que passa por esses equipamentos (ARAÚJO JÚNIOR, 2013), conforme pode ser observado no canal da BHEN (Figura 9).

Figura 9 – Assoreamento em canal da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: Prefeitura Municipal de Belém (2020).

A questão sanitária é uma das mais preocupantes da BHEN, devido ao lançamento de esgoto sanitário *in natura*, lançamento impróprio de diferentes tipos de resíduos sólidos (materiais plásticos, de metais, papel e de madeira) e a inexistência de áreas de preservação permanente no decorrer da drenagem em consequência da ocupação antrópica indevida, agindo como obstáculo para o curso natural das drenagens, geralmente, agravado pelo lançamento de resíduos sólidos (RIOS, 2018).

A rede de drenagem está contida no conceito de sistema de saneamento, mas muitas vias foram responsáveis pelo agravamento dos alagamentos, o que tem relação de causa e efeito com as estruturas urbanas, com a priorização de vias como infraestrutura básica, sem considerar o sistema de drenagem; entretanto, surgiu uma nova maneira de conceituar via sanitária, tomando como referência a BHEN e sua contribuição de escoamento superficial e profundo e a estrutura viária (SESAN, 2004).

4.3 Vulnerabilidade aos riscos ambientais (alagamentos e inundações) na Bacia Hidrográfica da Estrada Nova

As áreas que estão situadas nas poligonais de aglomerados subnormais da BHEN, referente ao ano de 2019, equivale a 78% da área desta bacia, enquanto as áreas de níveis alto e médio de suscetibilidade a inundações representaria 73% da área de aglomerados subnormais (PONTE *et al.*, 2022) (Quadro 1).

Quadro 1 – Matriz de comparação entre as áreas da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, de aglomerados subnormais de 2019 e de suscetibilidade alta e média a inundações.

Categoria	Área em hectares (ha)	Área da bacia da Estrada Nova	Área de aglomerados subnormais 2019	Área de suscetibilidade alta e média a inundações 2015
Área da bacia da Estrada Nova	935,8	100,0%	128,1%	176,4%
Área de aglomerados subnormais 2019	730,8	78,1%	100,0%	137,7%
Área de suscetibilidade alta e média a inundações 2015	530,6	56,7%	72,6%	100,0%

Fonte: PDES (2009), CPRM (2015), IBGE (2019) e PONTE *et al.* (2022).

A distribuição territorial da população caracteriza a sobreposição de áreas de menor renda, maior densidade demográfica e maior suscetibilidade a inundações, conforme pode ser observado na Figura 10 (PONTE *et al.*, 2022). Os autores demonstram que a sobreposição de aglomerados subnormais (IBGE, 2019) e manchas de inundação por classes de suscetibilidade (CPRM, 2015), contribuem para que a BHEN apresente 36,6% de sua superfície com alta suscetibilidade a inundações e 56,7% com alta e média suscetibilidades.

Figura 10 – Mancha de inundação por suscetibilidade, domicílios aglomerados subnormais de 2019 e faces de logradouros, em 2020, na Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: PDES (2009); IBGE (2010, 201, 2020); CPRM (2015) e PONTE *et al.* (2022).

A utilização de solos próximos a locais alagados de forma irregular, além de precária em termos de infraestrutura, é potencialmente prejudicial aos moradores, sobretudo, ao ambiente, haja vista que são terrenos com predisposição à erosão, o que pode agravar mais com a situação do depósito de lixo feito pela população residente (BUENO, 2005).

Além deste fenômeno de degradação dos córregos, existe ainda a problemática das ligações clandestinas de água nos aglomerados subnormais, principalmente os que estão inseridos nos corpos d'água, que, ao perfurarem a tubulação da concessionária, facilitam a entrada de resíduos e poluentes, e contaminam a água distribuída para os habitantes, especialmente quando a maré sobe (PINTO; RIBEIRO, 2021).

O alagamento seria, então, o processo decorrente ou não dos problemas de natureza fluvial, causando o acúmulo momentâneo de águas em um dado local por problemas de

deficiência no sistema de drenagem devido a seu baixo coeficiente de escoamento superficial, no caso de Belém pela baixa hipsometria, incorrendo em efeitos estagnantes das águas (SOUZA, 2004; SANTOS, 2010).

4.4 Análise e espacialização de dados para elaboração de mapas temáticos

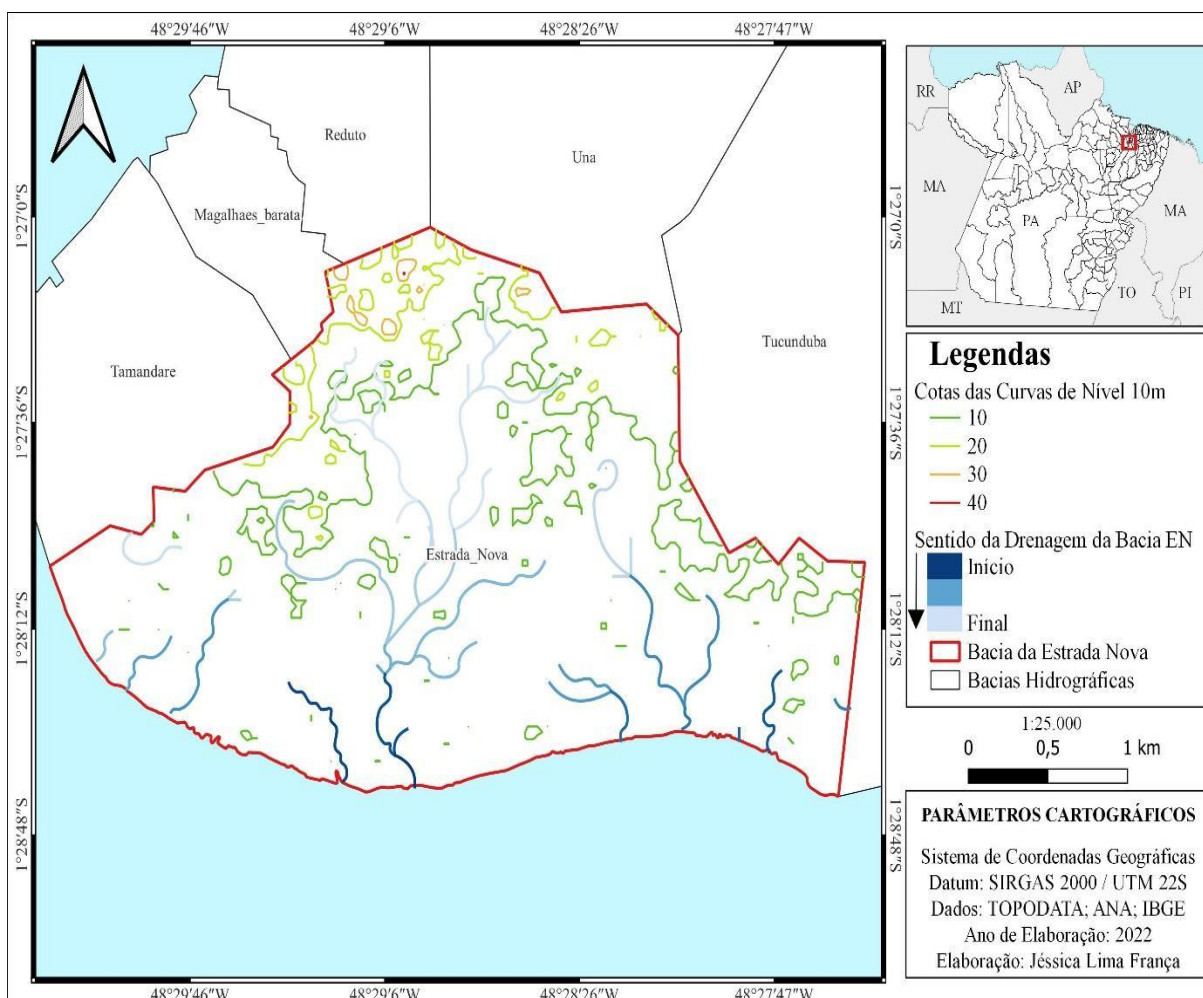
A espacialização de dados é importante para o Planejamento Ambiental, atuando como instrumento facilitador para a visualização de dados de forma simplificada, colaborando no entendimento de problemas e tomadas de decisões (BEU; CRUZ, 2012). Ainda de acordo com estes autores, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) constituem uma ferramenta aplicável para gestão territorial, principalmente na caracterização de paisagens e na análise de escalas, padrões, processos associados com os fenômenos ambientais, podendo ser aplicados em programas de planejamento, proteção, recuperação e no monitoramento ambiental.

O mapeamento de áreas susceptíveis a inundações é um recurso importante para a leitura e entendimento dos episódios de inundações, e auxilia na tomada de decisões para mitigação desses problemas. Atualmente, em razão da capacidade de armazenamento e análise de informações, o geoprocessamento surge como uma ferramenta dinâmica capaz de avaliar mais precisão aos mapeamentos e à análise espacial (OLIVEIRA; GUASSELLI, 2011; CORREA, 2017).

4.4.1 Cartografia da BHEN

A cartografia indica que na região da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova as faixas de menor altimetria de terreno são áreas que estão sujeitas à suscetibilidade de inundações, conforme a Figura 11.

Figura 11 – Mapa de drenagem da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, em Belém-Pará.



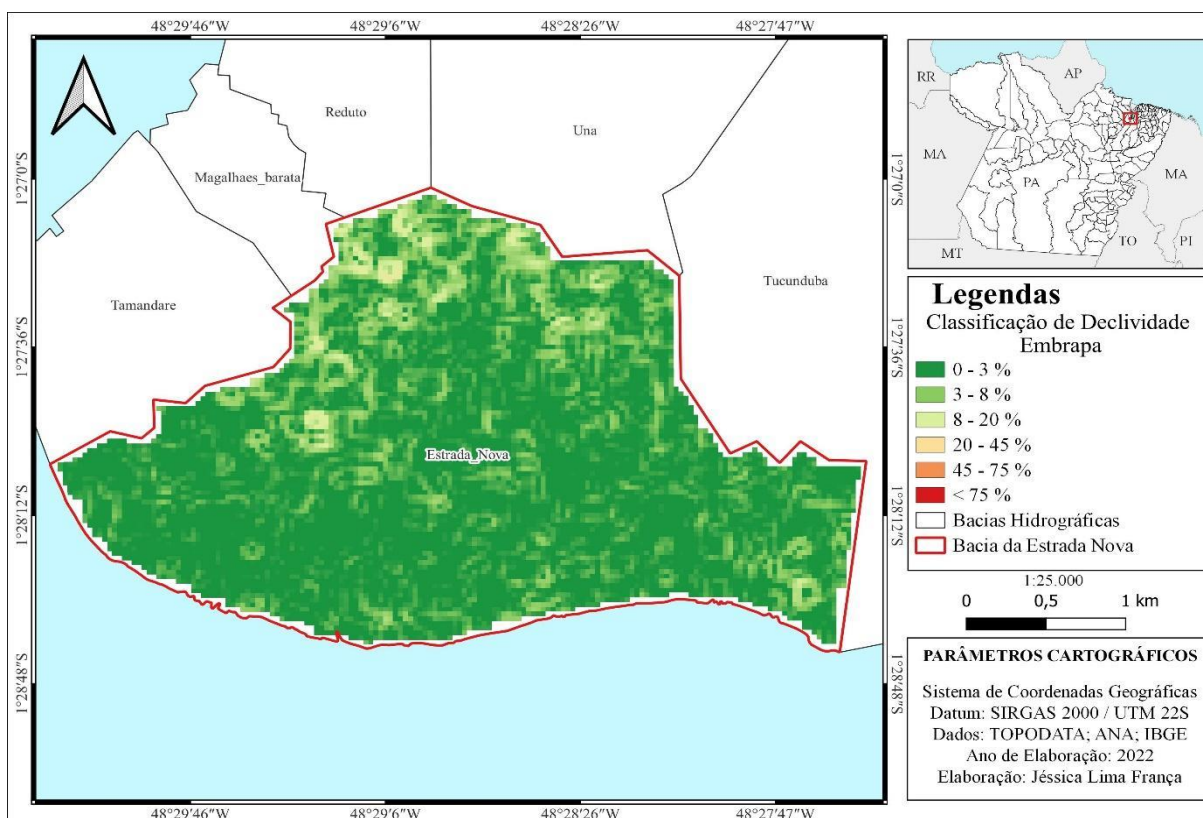
Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Neste cenário, cabe ressaltar que a BHEN, na sua complexidade, era área de várzea e ainda hoje apresenta a cota média da bacia com altimetria de alagamento e, embora, atualmente, possua uma estrutura viária definida, os problemas de drenagem ocorrem devido à falta de compatibilidade entre os planos urbanísticos e os de drenagem (LIMA, 2004). Além disso, o intenso desmatamento, crescimento desordenado da área urbana, manutenção de áreas verdes em prol do bom funcionamento do ciclo hidrológico, esgoto, resíduos pós-consumo e sedimentos são considerados impactos indiretos oriundos da Bacia de drenagem e que provocam a degradação dos canais situados dentro dos bairros que compõem a BHEN (MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015).

Em relação à declividade, observa-se que as áreas com menor declive, principalmente entre 0 e 3%, que são as áreas mais baixas de Belém, que correspondem à periferia, e, conseqüentemente, são os pontos mais suscetíveis aos alagamentos e inundações por meio de águas pluviais e/ou fluviais (Figura 12). Nas áreas mais continentais, isto é, mais próximas de

outras bacias, como Magalhães Barata, Reduto e Una, a declividade está compreendida entre 8 e 45% (Figura 12). As áreas com baixa declividade coincidem com as áreas de maior drenagem, conforme pode ser visualizado ao comparar com a Figura 12. Sobre a declividade, os mapas que a retratam surgem como ferramenta indispensável para a análise do relevo, sendo uma forma de representação temática da distribuição espacial dos diferentes níveis de inclinação existentes em um terreno amparando a análise da paisagem (COLAVITE; PASSOS, 2012).

Figura 12 – Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém-Pará.



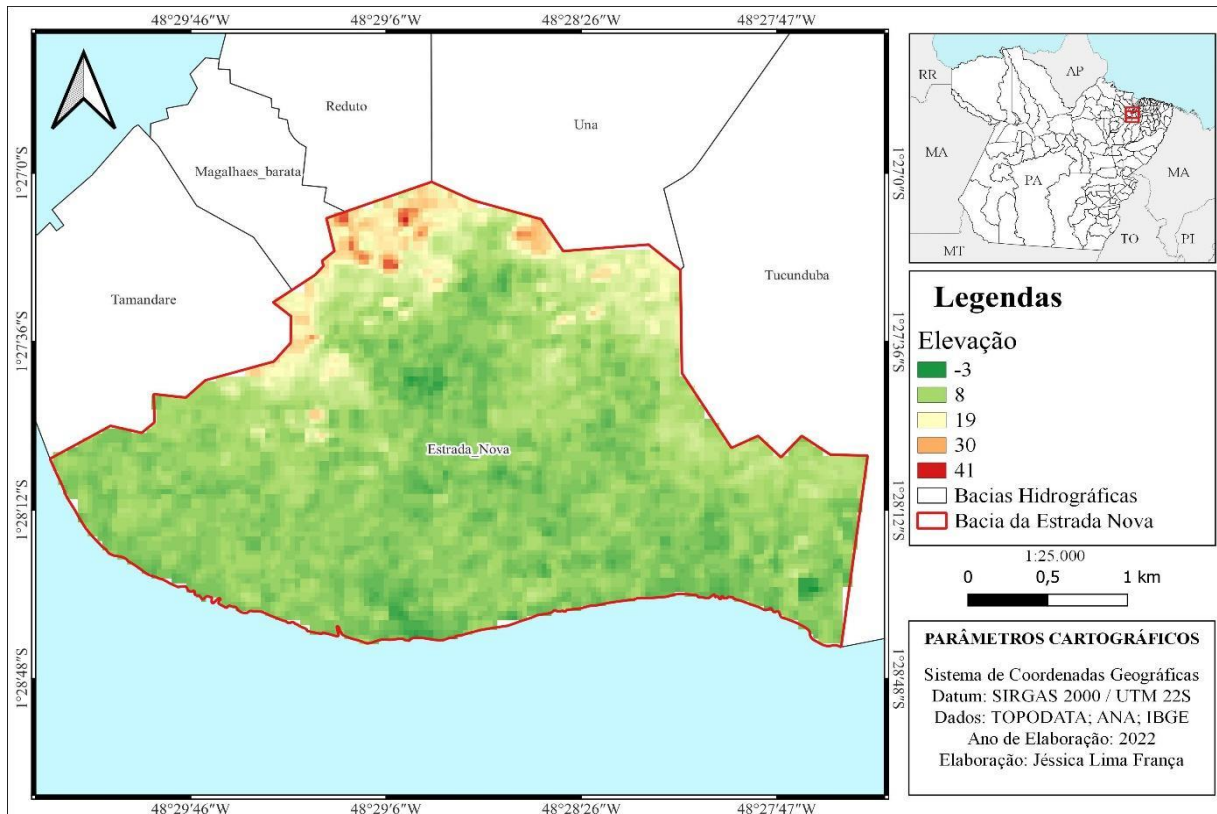
Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

De acordo com um mapa geomorfológico, a BHEN possui áreas classificadas como: Terraço Intermediário I (altitude de 4 a 10 m), sendo resultado da acumulação fluvial, possuindo forma plana e levemente inclinada; Terraço Intermediário II, (altitude de 10 a 14 metros); e na parte mais central desta Bacia estão os terrenos mais baixos, a planície aluvial, área de relevo plano, ou suavemente ondulada e com altitude de até 4 metros, com presença de solos mal drenados, argilosos e úmidos (MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015).

O mapa de hipsometria mostra a elevação da área de estudo (Figura 13), que, ao ser comparado com as cotas das curvas de nível (Figura 12), é possível verificar que estas coincidem com a elevação da hipsometria da BHEN. As áreas mais continentais, próximas a

outras bacias, são as que apresentam elevação entre 19 e 41 m (Figura 13), e são as que convergem com os limites das áreas de drenagem e de declividade (Figuras 11 e 12, respectivamente).

Figura 13 – Mapa de Elevação da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém-Pará.



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

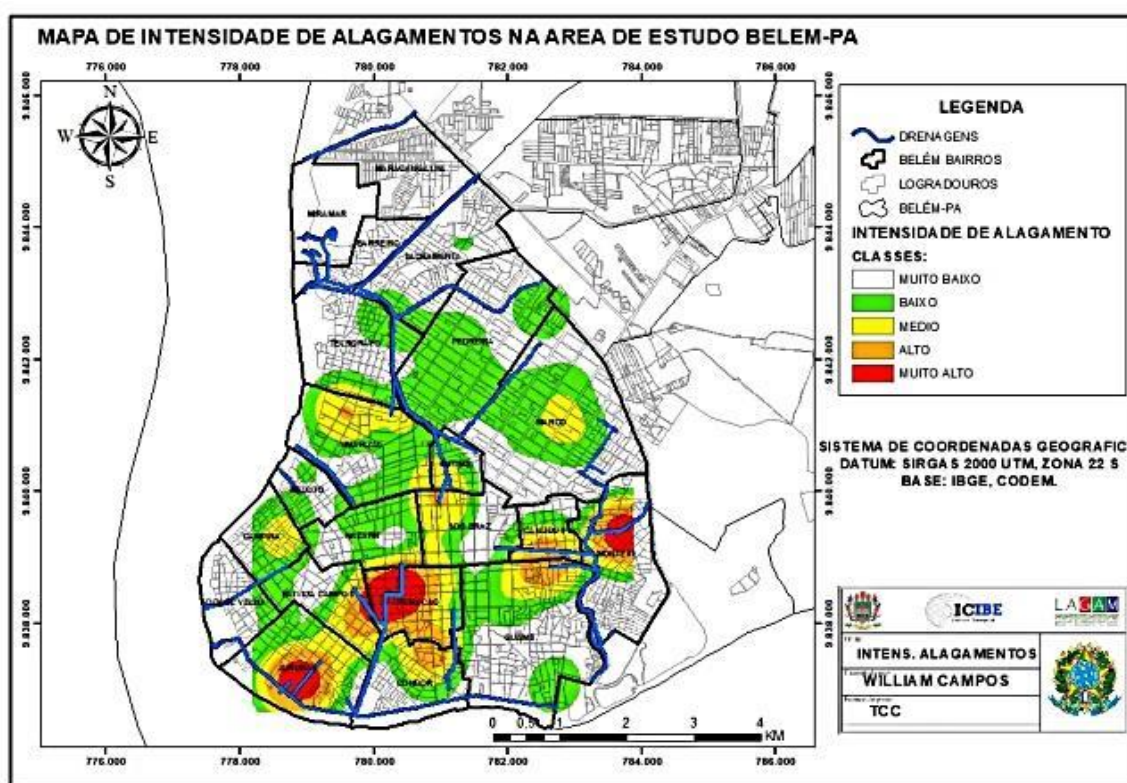
Diante disso, observa-se que estes são os pontos da cidade de Belém mais propensos a alagamentos e inundações. Brandão (2016) verificou que os bairros Jurunas, Condor, Guamá, Cremação e Batista Campos possui muitos pontos suscetíveis a alagamentos, com intensidade de varia de baixa a alta. Este autor mencionou ainda que o padrão técnico local atribui às áreas inferiores a 4 metros de altitude (cota limite para áreas alagáveis ou inundáveis) como principal característica física das baixadas, mas, atualmente, há determinados locais com recorrentes inundações em cotas de 6 m e 8 m.

Vale ressaltar que os pontos de alagamento existentes na BHEN são menos expressivos em detrimento aos pontos de inundações. Pode-se constatar que o sistema de drenagem ali presente contém deficiências, assim não possuindo capacidade de escoar todo o volume de água pluvial, o que pode ser explicado pelos condutos serem antigos, podendo estar subdimensionados, a partir de vazões de projeto inadequadas e/ou pela falta de manutenção regular nos dispositivos hidráulicos. A exemplo da rede de drenagem da bacia da Tamandaré,

está apresenta problemas por conta da desestruturação do sistema de esgotamento sanitário, como a coleta de esgoto sanitário da área, que não atende a maior parte dos habitantes da bacia, os efluentes são lançados clandestinamente na rede de escoamento pluvial, culminando no canal de drenagem (NYLANDER *et al.*, 2021).

Na cidade de Belém, a principal mancha de inundação é o bairro de Montese (2,27 km²), onde 89% do bairro fica inundado, seguido do bairro do Guamá, com 52% e Jurunas com 68%, que são os três bairros com maior área potencial para inundação, enquanto as manchas de alagamento de alta intensidade correspondem aos bairros do Montese, Cremação e Jurunas, correspondendo às áreas classificadas com risco imediato de inundações e enchentes (Figura 14) (CAMPOS, 2019).

Figura 14 – Manchas de alagamento na cidade de Belém-Pará.



Fonte: Campos (2019).

As manchas de inundação da área mais urbanizada da cidade de Belém estão relacionadas aos índices de precipitação e à topografia, que, em conjunto, colocam a população residente em situação de vulnerabilidade e, com base nisso, essa região apresenta alto grau de suscetibilidade às inundações (MOREIRA *et al.*, 2019). Estas áreas estão na abrangência da BHEN e fazem parte do Programa de Macrodrenagem da Bacia Estrada Nova (PROMABEN), cuja obra já iniciou nas seguintes ruas e bairros: Rua Veiga Cabral, no bairro da Cidade Velha, a Avenida Fernando Guilhon, na Cremação; e visa atingir oito bairros de área de várzea

localizados à margem do rio Guamá (AQUINO *et al.*, 2017). Até então, as mudanças trazidas pelo PROMABEN quanto à diminuição de enchentes e de alagamentos pouco são percebidas por moradores da BHEN, pois alagamentos ainda acontecem quando chove, apesar de alguns trechos das obras de macrodrenagem entregues (RIOS *et al.*, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE MACRODRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTRADA NOVA

No ano de 2006, o município de Belém lançou o PROMABEN, objetivando abarcar quatro grandes componentes: a) Melhoria da drenagem urbana; b) Infraestrutura viária; c) Infraestrutura sanitária; e d) Sustentabilidade social e institucional (ARAÚJO-JÚNIOR; AZEVEDO, 2022). Vinculado a esse projeto foi proposto a “revitalização da orla” do rio Guamá, nomeado de “Portal da Amazônia” (PONTE, 2010; LEÃO, 2014). Leão (2014) ressaltou que esse projeto trouxe consequências pela possível intensificação da segregação socioespacial do espaço urbano da cidade, devido à ruptura das atividades econômicas desenvolvidas por seus moradores atuais, principalmente pela proposta de mudanças de usos da orla em favor do desenvolvimento econômico do mercado imobiliário e aparecimento de empreendimentos econômicos direcionados para grupos sociais com alto poder aquisitivo.

A rede de macrodrenagem da BHEN é formada pelos canais da Rua Caripunas, Rua Timbiras, Rua Quintino Bocaiuvias, Avenida Doutor Moraes, Rua 14 de Março, Rua 3 de Maio, Rua João de Deus, Rua Radional I e II, Rua Bom Jardim, Rua Euclides da Cunha e Avenida Bernardo Sayão, sendo que 16% da malha urbana de Belém é ocupada pela BHEN e com o projeto mais de 300 mil habitantes devem ser beneficiados diretamente ou indiretamente pelas obras e ações do PROMABEN (BELÉM, 2007). As ações de macrodrenagem da BHEN foram planejadas na divisão de quatro sub-bacias (Figura 15), prevendo o tratamento de sete canais (LEÃO, 2014). Para a viabilização das obras, a Prefeitura de Belém compartimentou as obras com variadas naturezas de financiamento, órgãos responsáveis e diretrizes de intervenção, o que gerou resultados distintos (BRANDÃO, 2016).

Figura 15 – Mapa esquemático com a visão geral das intervenções da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: Prefeitura de Belém (2012) e Leão (2014).

Conforme Leão (2014), existem duas frentes de ação diferenciadas na BHEN, a primeira localizada na sub-bacia 01 e no trecho de orla urbanizada e a segunda nas sub-bacias 02, 03 e 04. Na sub-bacia 01, aspectos urbanísticos e de saneamento foram observados para inserir na nova orla, com a adoção de aspectos radicais na paisagem urbana, com o tamponamento dos canais que foram substituídos por canteiros arborizados com equipamentos de lazer, enquanto na segunda sub-bacia as obras priorizam a drenagem dos canais e a duplicação da avenida Bernardo Sayão, definida como projeto de “urbanização e saneamento de assentamento precário”. Houve muitas mudanças nas soluções executadas nas obras das sub-bacias em razão das linhas de financiamento e secretarias municipais que gerenciam as obras, acarretando no “retalho” do projeto. No caso da sub-bacia 01, esta foi entre as quatro sub-bacias a que mais recebeu investimento e prioridade de atuação, devido ao fato de ser nesta sub-bacia que ocorreu o projeto do “Portal da Amazônia”, com fins de recuperação e embelezamento local, visando a valorização imobiliária e a substituição do perfil de casas, de serviços, comércios e atividades portuárias (PONTE, 2010; BRANDÃO, 2016).

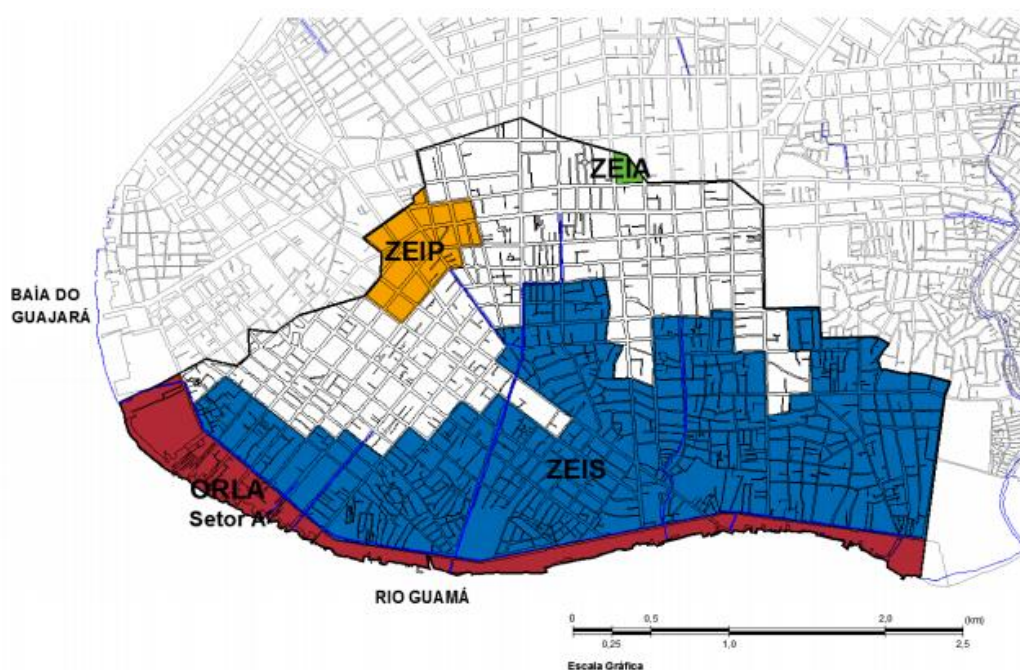
A sub-bacia 01, primeira a ser executada pela obra por meio do financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), sendo nomeada de “PROMABEN” e acompanhada de equipe específica para o gerenciamento das obras. A sub-bacia 02 com obras iniciadas no mesmo período, recebeu recursos do governo federal por meio do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC Saneamento e PAC habitação), sendo esta obra gerenciada pela Secretaria Municipal de Urbanismo (SEURB) e nomeada de “Projeto de Macrodrenagem e Urbanização da Estrada Nova”. Já as sub-bacias 03 e 04, com início de obras posteriores, obtiveram recursos pelo PAC Saneamento, mas, teve o gerenciamento pela Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN) (LEÃO, 2014). Esses projetos nas sub-bacias 3 e 4, visando a implantação de galerias e adequação do sistema viário, na época, encontravam-se “engavetados” na prefeitura de Belém (BRANDÃO, 2016).

Ressalta-se ainda que na BHEN ocorre uma elevada vazão, geralmente, por meio de uma drenagem profunda em direção aos fundos de vales, que foram impermeabilizados pelo sistema viário, pois os aterramentos serviam como alternativa para evitar os alagamentos nos lotes, sendo feitos com pouca orientação do poder público, sendo, então, caracterizadas por obras improvisadas, principalmente as de microdrenagem (LIMA, 2004). Este autor complementa que as mudanças físicas da BHEN se solidificaram a partir da década de 1960 por meio da construção da Avenida Bernardo Sayão, o que desencadeou uma nova dinâmica urbanística, cujas alterações gradativamente levaram à densificação da bacia e à transformação

do ambiente hídrico natural por meio da implantação da macrodrenagem, que, por sua vez, também sofreu influências das modificações do uso do solo.

Leão (2014) destaca que o Plano Diretor de Belém, revisado em 2008, apresenta contradições de objetivos referentes à Orla. Segundo o zoneamento, a maior parte da bacia da Estrada Nova é definida como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), que tem como proposta a melhoria das condições de vida da população de baixa renda que mora nessas áreas que abrangem o projeto. Porém, a porção da orla está estabelecida como Zona de Interesse Ambiental (ZEIA) Orla Setor A, caracterizada como espaço de interesse para fins de recuperação urbanística e paisagística (Figura 16), onde está situado o conhecido Portal da Amazônia.

Figura 16 – Zoneamento urbano segundo o Plano Diretor de Belém de 2008.



Fonte: Prefeitura de Belém (2012) e Leão (2014).

Leão (2014) questiona que o projeto básico das ações de macrodrenagem da BHEN, apresentado em 2007, teria como proposta inicial discursar sobre a importância de faixas de preservação e descrever intervenções que possibilitaria garantir a proteção dos cursos d'água, incluindo a possibilidade da implantação de soluções de “drenagem naturalísticas”, mas as larguras de faixa de domínio que seriam indicadas não foram estabelecidas no projeto básico e nem propostas de requalificação ambiental das margens.

Outra análise realizada pela autora supracitada verificou que as faixas de domínio correspondiam as vias marginais de canais e que não ocorreu a adoção de ações orientadas pelas legislações tanto municipais e federais, como o Plano Diretor e o Código Florestal. O

Plano Diretor de 1993, apresentou na sua legislação as faixas de domínio específicas para cada canal urbano da cidade, incluindo os canais da BHEN. Percebeu-se que esse Plano de 1993 considerou a importância do planejamento e proteção das margens dos cursos d'água, contudo, foram suprimidos em grande parte na revisão do Plano Diretor de 2008, a qual generaliza a faixa de domínio em áreas *non aedificandi*, com no mínimo 30 metros, ao longo de cada uma das margens dos cursos d'água, visando a implantação do que a lei determina de “Corredores de Integração Ecológica” (BELÉM, 2008). Essa releitura do Plano de 2008 não considera a extensão específica da bacia hidrográfica, o que a torna reducionista a partir do texto revisado do Código Florestal Brasileiro, onde já se admite a adaptação das faixas de domínio a parâmetros específicos e locais (Tabela 3).

Tabela 3 – Dimensões das faixas de domínio propostas para Bacia Hidrográfica Estrada Nova e comparação com a legislação.

Canal	Largura existente antes das obras (mm)	Dimensões propostas (m)			Faixas de domínios propostas pela legislação (M)		
		Comprimento	Faixa de domínio prevista	Caixa total	Plano Diretor de 1993	Plano Diretor de 2008	Código Florestal
Timbiras	6	620	9,2	28,4	31	30	30
Dr. Moraes	6	500	11,8	41,6	27	30	30
Quatorze de março	9	740	11,8	41,6	33	30	30
Quintino Bocaiuva	11	1.360	11,8	41,6	46	30	50
Três de maio	6	1.000	11,8	35,6	40	30	30
Bernardo Sayão (trecho 1)	6	1.040	12	29	38	30	30
Bernardo Sayão (trecho 2)	6	3.400	29	37	38	30	30
Caripunas	12	--	-	17,2	36	30	50

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2014) e Leão (2014).

Bueno (2005) realizou uma discussão sobre a regularização fundiária de assentamentos precários com áreas de preservação permanente (APPs) em área urbana consolidada, onde a vegetação original foi há muito suprimida, a partir do relatório “Áreas de Preservação Permanente e moradia social em área urbanizada consolidada”, elaborado por solicitação do Ministérios das Cidades, em 2004. A autora destaca a problemática da crise habitacional brasileira, a ausência do saneamento, e o papel estratégico que as áreas no decorrer do percurso de cursos d'água tem na recuperação ambiental no meio urbano, sobretudo das metrópoles e grandes cidades brasileiras.

Neste contexto, também existe a necessidade urgente de desenvolver o saneamento dos cursos d'água urbanos por meio de diretrizes específicas por habitação de interesse social, com base nos princípios do Estatuto da Cidade (BUENO, 2005). Esta autora reforça que a avaliação de diversos projetos e obras de adequação e urbanização de assentamentos precários deverão apresentar propostas de tratamento das áreas de preservação permanente (Código Florestal) dentro da mancha urbana consolidada, nas quais houve a remoção da vegetação natural.

A cidade de Belém do Pará encontra-se em um ambiente favorável em que os aspectos geomorfológicos e climáticos contribuem para uma situação constante de risco ambiental a ocorrência de inundações. As áreas de várzeas ligadas a um índice pluviométrico em torno de 300 mm/ano e as alterações decorrentes da urbanização (impermeabilização, alteração topográfica, problemas de saneamento básico) contribuem para a ocorrência de alagamentos, principalmente durante a estação mais chuvosa (MORAES *et al.*, 2005; SANTOS, 2009; FREITAS; XIMENES, 2012; PONTES *et al.*, 2017). Outro fator é que grande parte da BHEN se encontra em cotas altimétrica iguais ou inferiores a 4 metros, ocasionando pontos de alagamentos, sob influência das marés (LIMA, 2004). Estes dados reforçam a necessidade de iniciativas por parte do poder público, em garantir a gestão adequada de uso e ocupação em áreas de várzeas.

Neste contexto, pode-se salientar algumas críticas ao projeto, como a intervenção pelo aspecto do projeto de macrodrenagem, o qual necessita de soluções em tipologias habitacionais e de um programa sistemático, responsável e transparente de remanejamento, indenização e relocação de moradores. Afinal, a população da BHEN é altamente densa, além de residirem em aglomerados subnormais, e teve casos de contestação das estratégias de remoção e indenização, executadas pela Prefeitura Municipal de Belém desde o início do projeto.

Em paralelo, dificuldades de gerenciamento da obra, como reiteradas interrupções e desarticulação urbanística entre suas partes, esvazia-se trechos dos bairros que compõem a BHEN, fazendo com que o número, a frequência e a violência de eventos da criminalidade urbana na área fossem acentuadas. Mesmo moradores de áreas mais consolidadas de bairros envolvidos no projeto apontam a mudança nas condições de segurança do local, relacionando a alteração às modificações produzidas pela obra civil e seu gerenciamento no espaço urbano da bacia da Estrada Nova (ARAÚJO JÚNIOR, 2013).

Neste cenário, identifica-se também diversos problemas, não só com relação à limpeza urbana, mas também aos fatores da qualidade ambiental dessa BHEN, que influencia diretamente para que o sistema de limpeza urbana vigente seja inapropriado, além de defasado em relação aos modelos atuais existentes e já empregados em outras cidades do Brasil. Pode-

se citar também os problemas relacionados ao aterramento, assoreamento, entupimento de canais, obras paliativas indevidas, entre outros.

Outro fator importante é a discussão pela possível intensificação da segregação socioespacial da região, devido à ruptura de ações socioeconômicas desenvolvidas por seus moradores atuais, sobretudo, pela proposta de mudança de usos na orla em prol do desenvolvimento econômico do mercado imobiliário e do surgimento de empreendimentos econômicos voltados para grupos sociais com maiores rendimentos. Neste sentido, pode-se afirmar que a obra na BHEN foi uma oportunidade perdida de inserir uma proposta que fosse socialmente mais justa, tanto do ponto de vista ambiental como social e habitacional.

Em suma, a BHEN é composta por um retalho de ações diferentes, de distintas instituições e órgãos financiadores, executores e fiscalizadores de obras e projetos, além de uma vitrine da agenda política pública por muitos anos, mas que ainda passa por vários problemas socioambientais, que decorrem das condições naturais da área e das condições socioeconômicas da população residente (BRANDÃO, 2016). De acordo com Lima (2004), é necessário definir o sistema viário da BHEN - seu traçado e obras de escoamento pluvial -, e identificar readequações para o sistema de drenagem urbana apropriados para o controle hídrico na bacia, em associação com o uso de ferramentas de planejamento urbano, com o intuito de redefinir um conceito alternativo de via que identifique impactos na bacia hidrográfica urbana e nela possa intervir de maneira a melhorar o cenário como um todo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo vem corroborar a problemática aparente da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, cuja bacia já existia antes da ocupação humana, mas que, por ação antrópica, ao longo do processo de urbanização desordenada, teve sua dinâmica natural influenciada, principalmente, por meio de aterramentos e um vasto sistema de canais e tubulações. Aliado a isso, citam-se os problemas de infraestrutura urbana, saneamento básico e o despejo/acúmulo indevidos de resíduos, assim como o próprio relevo e rede de drenagem da área, que vem contribuindo com os problemas socioambientais *in loco*, que afetam os aglomerados subnormais já estabelecidos nos bairros periféricos de Belém que coexistem como a referida bacia.

Diante dessas mazelas surgem os problemas nesses bairros, como Jurunas, Condor, Guamá, Cremação e Batista Campos, que são os mais suscetíveis aos alagamentos e inundações, que afetam diretamente as populações que residem nestes bairros com menos equipamentos de infraestrutura urbana e de saneamento básico de qualidade. Além disso, as faixas de menor altimetria de terreno e de menor declive são áreas que estão sujeitas a suscetibilidade de alagamentos e inundações, coincidindo com a periferia de Belém, onde os bairros foram sendo estabelecidos a partir do aterramento dos corpos hídricos e ecossistemas de várzea e em terrenos mais baixos. Com o aumento do nível das águas por meio das chuvas e marés muito altas (sizíguas) o espaço urbano e residencial é invadido pelas águas, afetando a infraestrutura da cidade e causando transtornos à população.

Grande parte desses bairros está na parte mais central da BHEN, onde estão situados as baixadas e, concomitantemente, possui grande adensamento de pessoas de baixo poder aquisitivo, que são mais vulneráveis aos desastres socioambientais, como os alagamentos e as inundações. Nesta área existem mais pontos de inundações do que pontos de alagamentos, o que está diretamente relacionada ao sistema de drenagem deficitário, o qual não dá conta da vazão das águas, as quais permanecem por mais tempo acumuladas. Este sistema de drenagem contém inúmeras deficiências que não suportam a demanda de água a ser escoada, caracterizando-se ainda por condutos serem antigos, subdimensionados e/ou pela ausência de atividades de manutenção regular. E ainda estes problemas continuam, apesar de certas melhorias em alguns trechos deste sistema já terem sido realizadas por meio do PROMAMBEN, principalmente quando chove, de acordo com a percepção dos moradores.

As obras realizadas até hoje, em parte, é fruto da concepção original e outra parte é resultado de alterações, que constituem essa colcha de retalho. Quando se compara o projeto original ao que foi, realmente, executado, observam-se as alterações causadas por pressões da

comunidade da Estrada Nova (Caripunas) que não aceitaram a solução; as causadas por diversas paralisações devido às mudanças de financiador; e as mudanças do cronograma original. Não foi concluída a sub-bacia 1, onde a tomada d'água e rede de esgoto não foram finalizadas, e esforços foram concentrados na sub-bacia 4 por causa de questões políticas ligadas ao governo do prefeito Zenaldo (duplicação da Estrada Nova que já foi inaugurada). Ressalta-se ainda que, atualmente, existe uma área que foi retomada a expectativa do financiamento, que visa a conclusão da sub-bacia 1 e sub-bacia 2, a qual é chamada de miolo do Jurunas; e a rede de esgoto, com conclusão da Macro drenagem da sub-bacia 1, que envolve o canal de descarga e a estação de tratamento de esgoto. Entretanto, isto configura uma solução bastante polêmica, pois só resolverá o problema do esgotamento dessa sub-bacia.

Diante do exposto são recomendadas para a melhoria da qualidade ambiental algumas ações, como maiores esforços com a limpeza urbana tanto por parte dos governantes quanto dos próprios moradores – que também são agentes poluidores, visto que os resíduos descartados indevidamente são arrastados pelas águas pluviais e fluviais para os canais e bueiros, entupindo-os e diminuindo a vazão das águas. Neste viés, cabe frisar também a necessidade de fiscalização e medidas punitivas em relação ao aterramento, assoreamento, entupimento de canais e bueiros, obras paliativas indevidas, construções inapropriadas de moradias e outros equipamentos de infraestrutura urbana etc. Com base nisso, a Educação Ambiental pode ser um recurso metodológico aplicado junto à população por meio de cursos, atividades, mutirões e outros, a fim de conscientizar e incutir mudanças de mentalidade e atitudes relacionados à sustentabilidade.

O paisagismo, com o intuito de embelezamento da área e melhoria da qualidade de vida, também pode ser um fator a ser considerado, assim como foi realizado com a sub-bacia 01 da BHEN, onde está situado o Portal da Amazônia. Entretanto, para este caso, é sugerível um estudo interdisciplinar e políticas públicas que considerem múltiplos fatores, como os ambientais, sociais, econômicos e culturais, para que os projetos desenvolvidos na BHEN e bairros adjacentes contemplem a população local e suas particularidades, contribuindo para o alavancar o orçamento familiar por meio das atividades já existentes e introdução de outras coerentes com a realidade, assim como melhorias condições de moradia e alternativas de lazer e recreação. Neste contexto, a Educação Ambiental também pode ser utilizada para mudanças no cenário por meio da arborização, reaproveitamento de resíduos, como pneus para canteiros de plantas, e conscientização sobre a importância da vegetação às margens dos corpos hídricos.

Sabe-se ainda da importância de analisar o sistema de limpeza urbana vigente e os projetos de macro drenagem, que, no geral, são inapropriados, por não serem planejados em

sua totalidade e, historicamente, defasados em relação aos modelos atuais existentes e já empregados em outros centros urbanos do Brasil, além de serem fragmentados a ponto de constituir um “retalho”, sem as devidas conexões. Diante disso, recomenda-se que estes projetos destinados a BHEN levem em consideração a realidade de cada bairro ou sub-bacia, considerando o relevo, a rede de drenagem, a situação socioeconômica dos moradores, e as devidas readequações para o sistema de drenagem urbana já existente em associação com o uso de ferramentas necessárias de planejamento da cidade, além de reavaliar a melhor maneira de efetivar as obras já realizadas em trechos da referida bacia.

De posse dos dados gerados a partir do estudo da BHEN, uma nota técnica foi gerada como produto desta dissertação, e tem por intuito demonstrar os mapas contribuídos sobre a rede de drenagem, relevo e hipsometria da área e sua influência sobre os pontos de alagamentos e inundações nos bairros periféricos de Belém, que estão no perímetro da BHEN. Além disso, a referida nota traz algumas ações que podem ser realizadas pelos tomadores de decisões e executores, como as relacionadas à limpeza urbana, reestruturação do sistema de drenagem urbana, projetos futuros que contemplem a complexidade da realidade, atividades de Educação Ambiental e outros, as quais também podem ter a contribuição da população local, visando o bem comum e a qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELÉM, A. G. Urbanização e remoção: por que e para quem? **Núcleo de Altos Estudos Amazônicos**, Belém, 2ª ed., 174 p., 2018.
- ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. Fatores de risco a inundação na bacia hidrográfica da estrada Nova Belém–PA. **Geografia** (Londrina), v. 22, n. 2, p. 57-78, 2013.
- ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; AZEVEDO, A. K. A. Programa de educação ambiental do programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém (PA): uma análise das ações. **Acta geográfica**, v. 15, n. 39, p. 303-333, 2022.
- ARAUJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de, GUERRA, A. J. T. In: **Gestão de áreas degradadas**, RJ: Bertrand Brasil, 2008.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretária Nacional de Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de formação: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretária Nacional de Defesa Civil. Glossário de Defesa Civil- **Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 5ª ed., Brasília, 2009.
- BELÉM. **Processo de Licenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova. Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**. Programa de reabilitação urbano-ambiental da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (PROMABEN). Memorial descritivo. Belém: Engesolo Engenharia LTDA, Belém, 2007.
- BUENO, L. M. M. O tratamento especial de fundos de vale em projetos de urbanização de assentamentos precários como estratégia de recuperação das águas urbanas. 17 f. Campinas/SP. In: **Anais... I Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades: Águas Urbanas**, Rio de Janeiro, 5 a 8 de dezembro de 2005; [Orgs.] Vera Regina Tângari, Mônica Bahia Schlee, Rubens de Andrade. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2005.
- BEU, S. E.; CRUZ, E. C. da. Avaliação da qualidade ambiental e proposta de aplicação do modelo DPSIR como subsídio para o planejamento ambiental em Bacias Hidrográficas: Estudo de caso da Bacia do rio Cotia. In: NEDER, R. T. **Fórum Tietê Vivo de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão**. 1 ed.- São Paulo: Casa Editorial Maluhy & Co, 2012.
- CAMPOS, W. dos S.; MIRANDA, S. B. de A.; DIAS, G. F. de M.; COSTA, J. A. da. Uso da ferramenta SIG aplicado a alagamentos: estudo de caso na cidade de Belém (PA). **Revista DELOS**, v. 13, nº 36, 2020.
- CARVALHO, C.; ROSSBACH, A. (org.). **O Estatuto da Cidade**: comentado. São Paulo: Ministério das Cidades: Aliança das Cidades, 2010.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS-CNM. **Estudo – Proteção e Defesa Civil/Estudos Técnicos**, 2018.

CARNEIRO, F. *et al.* Saneamento básico: A perspectiva socioambiental na cidade de Belém do Pará. **Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v. 9, p. 427-440, 2018.

COBRADE. **Codificação Brasileira de Desastres**. Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012.

CONFALONIERI, U. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, v. 1, n. 20, p. 193-204, 2003.

CORREA, D. L. Análise Da Susceptibilidade **A Inundações Na Bacia Hidrográfica Do Rio Uraim, Paragominas-PA**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2017.

GUSMÃO, L. H. A.; SOARES, D. A. S. Produção desigual do espaço: o processo de verticalização em Belém (PA). **Contribuciones a las ciencias sociales**, Málaga, v. 39, p. 1-17, 2018.

FONSECA, A. C. F.; GUEDES, J. G.; SILVA, L. dos S. T. da; SILVA, M. V. S. da. **Mapeamento das áreas sujeitas a inundações no Distrito Administrativo D'água, Município De Belém, por meio de técnicas de geoprocessamento**. Florianópolis-SC, COBRAC - Congresso de Cadastro Multifinalitário e Gestão Territorial, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAÚLICAS. **Plano Diretor de Drenagem Urbana. Manual de Drenagem Urbana**– RS, 2005, 159 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JUNIOR, O. A. dos S.; SILVA, R. H. da; SANT'ANA, M. C. Introdução. **Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanços críticos e perspectivas**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011.

LEÃO, M. B. M. S. ST1-1190 Projeto Portal da Amazônia: Contradições na orla de Belém/PA. **Anais ENANPUR**, v. 15, n. 1, 2013.

LEÃO, M. Macrodrenagem e Urbanização na Bacia Da Estrada Nova: Conflitos Entre APP Urbana e Reassentamento em Baixadas de Belém/Pa. *In: 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo*. Belém, Pará, 2014.

LIMA, H. N. S. **Estudo da conceituação e implementação de vias sanitárias em Belém: o caso da bacia de drenagem Estrada Nova**. 2004; 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. *In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M (eds.) Conceitos de bacias hidrográficas. Teorias e aplicações*. Ilhéus/BA: Editus, 2002, p. 37-65.

MAGNO, J. C.; RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M. Geomorfologia e a vulnerabilidade ambiental em bacias urbanas: estudo de caso da bacia da estrada nova Belém-PA. **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém, v. 02, n. 04, p. 96-109, 2015.

MIGUEZ, M. G.; DI GREGÓRIO, L. T.; VERÓL, A. L. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP:INCT, 2017.

NYLANDER, J. D. A. *et al.* Análise das causas e consequências de inundações e alagamentos na bacia hidrográfica da Tamandaré do município de Belém/PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 49335-49348, 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **ONU pede maior cooperação internacional para combater desastres naturais**, 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE-OPAS. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Desastres naturais e saúde no Brasil**. Brasília. 2015. 56 p.

PEREIRA, C. M. P.; SOBRINHO, M. V. Direito à cidade na perspectiva paroara: concepções dos agentes do sistema de justiça do estado do Pará. **Revista Direito e Práxis**, v. 11, p. 493-534, 2020.

PONTE, J. P. X.; LIMA, J. J. F.; CARDOSO, A. C. D.; NETO, R. DA S. V.; SABINO, T. A. G.; RODRIGUES, R. M.; HANTANI, D. S.; BARROS, N. S.A **Região Metropolitana de Belém: Territórios precários, condições de infraestrutura, moradia e a Covid-19. Observatórios das Metrôpoles**. Belém. 2020.

PINHEIRO, A. D. C. L.; LIMA, A. M. D.; PINHEIRO, P. Q. F.; PONTE, J. P. X.; VALENTE, A. D. M. Assentamentos precários na Região Metropolitana de Belém: baixadas e ocupações. In: MORAIS, M. P.; KRAUSE, C.; LIMA NETO, V. C. **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudo de casos brasileiros**. IPEA: Brasília, 2016. p. 189-248.

PONTE, J. P. X.; LIMA, J. J.; RODRIGUES, R. M. Parâmetros de planejamento urbano para cidades amazônicas em áreas alagáveis. In: ALMEIDA, M. C. S.; MAY, P. H. (orgs.). **Gestão e Governança local para a Amazônia Sustentável: notas técnicas**. Rio de Janeiro: IBAM, 2016. p. 22-33.

PONTE, F. C. da; LUZ, L. M.; SILVA, C. N. da. Estudos antropogênicos no sítio urbano de Belém-PA. In: **Belém dos 400 anos: análises geográficas e impactos antropogênicos na cidade/** Christian Nunes da Silva... [et al.] organizadores, Belém: GAPTA/UFPA, 2016, 314 p.

PONTE, J. P. X.; LEÃO, M. B. M. S.; BARROS, N. S.; CUTRIM, R. S. Urbanização e Drenagem Urbana: Concepções divergentes na Bacia da Estrada Nova, Belém - PA. In: III

Seminário Nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo, 3., 2014, Belém. **Anais do III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo**. Belém: Ufpa, 2014. p. 1 - 16.

PONTE, J. P. X.; BARROS, N. S.; NASCIMENTO, B. T dos; FERNANDEZ, A. L. de O.; RODRIGUEZ, R. M.; CRUZ, J. da S.; BLANCO, C. J. C.; SANTOS, C. L., A. dos. Macrodrenagem e Assentamentos precários na Bacia da Estrada Nova, Belém (PA), **Participação, conflitos e intervenções urbanas**: contribuições ao Habitat III. Porto Alegre: Editora da UFRGS/CEGOV, p. 157-209, 2014.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M.; Silva, J. A.; SADECK, C. C. A., 2017. **Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos**. Caderno de Geografia, v. 27, n. 49, p. 285-303, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM-PMB. Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Respectivas Políticas Nacionais. **Relatório 3.1 -Revisão 1 Caracterização geral do Município de Belém**. Belém. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM-PMB. Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Respectivas Políticas Nacionais. **Relatório 3.4 -Revisão 2 da situação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais**. Belém. 2020.

PINHEIRO, A. de C. L.; PONTE, J. P. X.; VALENTE, A. de M.; LIMA, A. M. de; PINHEIRO, P. Q. F. Assentamentos precários na Região Metropolitana de Belém: baixadas e ocupações. In: MORAES, M. da P. M.; KRAUSE, C.; NETO, V. C. L. **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudo de casos brasileiros**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2016.

RIOS, N. D. A. **Educação ambiental e gestão de recursos hídricos: a Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, Belém/PA**. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2018.

RIOS, N. de A.; SANTANA, A. C. de; ALMEIDA, O. T. de. **Índice de educação ambiental para avaliar as múltiplas dimensões socioambientais e de educação ambiental do Programa de Saneamento da Estrada Nova, Belém**. Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (38) 288-308, v. 38, n. 2, 2021.

RODRIGUES, R. M.; BARROS, N. S.; PONTE, J. P. X.; LIMA, J. J. F.; LOPES, R. S. N. Urbanização das Baixadas de Belém-PA: Transformações do Habitat Ribeirinho no Meio Urbano. **Anais ENANPUR**, v. 15, n. 1, 2013.

SANTOS, F. A. A. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco**. 2010. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

SESAN. Secretaria Municipal de Saneamento. **Acervo de mapas de projetos implementados na Bacia da Estrada Nova**. Belém, 2004.

SANTOS, F.A. A.; ROCHA, E. J. P. Alagamentos e inundação em áreas urbanas. Estudo de caso: Cidade de Belém. **Revista Geoamazônia**, Belém, v. 02, p. 33-35, 2013.

SUDAM; DNOS; PARÁ, Governo do Estado. **Monografia das baixadas de Belém: subsídios para um projeto de recuperação**. 1976. 178 p.

SOUZA, C. R. G. Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Gestão das Águas Pluviais Urbanas**. Ministérios das Cidades- Global Water Partnership-World Bank- Unesco, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Água no Meio Urbano**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**, 2020.

VALENCIO, N. F. L. da S.; CAMPOS, P. F. C.; TRIVELIN, L. M. Gestão de desastres no Brasil: considerações sociais acerca das políticas de emergência ante os perigos hidrometeorológicos. In: MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S. (orgs.) **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político institucionais**. São Carlos/SP: RiMa, 2003.

APÊNDICE A - PRODUTO TÉCNICO

RECOMENDAÇÕES PARA A PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM E ÓRGÃOS DO PODER PÚBLICO INTERESSADOS

1. INTRODUÇÃO

A ocupação urbana na Amazônia ocorreu às margens dos rios, como é o caso da cidade de Belém-PA, a qual margeia o rio Guamá e a Baía do Guajará a uma altitude média de cerca de 10 metros acima do nível do mar. No entanto, a concentração de grande parte da população ocorre em áreas onde a altitude continental corresponde às áreas de cotas inferiores a 4 metros, que são os espaços reconhecidos tradicionalmente como “baixadas” (SANTOS; ROCHA, 2013).

As terras altas foram sendo comercializadas e ocupadas pela população de maior poder aquisitivo e por instituições públicas, enquanto os terrenos nas áreas de várzea, terrenos alagados ou alagáveis, de cotas baixas, tornaram-se opção de moradia à população de baixa renda (RODRIGUES *et al.*, 2013). Assim, formaram-se os aglomerados subnormais, que são áreas de pobreza urbana e moradia precária, os quais estão presentes no histórico de Belém e sua região metropolitana como assentamento urbano de maior concentração de favelas e similares, proporcionalmente, no Brasil, apresentando 52,43% de domicílios de aglomerados subnormais (IBGE, 2010; PONTE; LUZ; SILVA, 2016).

Pinheiro *et al.* (2016) descreveram a tipologia de assentamentos precários na Região Metropolitana de Belém (RMB) em: a) baixadas, que são ocupações em áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos, que se iniciou em Belém e espalhou-se pela RMB; b) ocupações, que podem ser as irregulares situadas na zona de transição entre Belém e Ananindeua, que ocorrem principalmente ao longo da rodovia Augusto Montenegro e da Independência, enquanto as ocupações em função da conversão da terra rural em urbanas estão localizadas ao longo da faixa de influência do eixo rodoviário da BR-316; e c) assentamentos ribeirinhos, que assim como as baixadas, são ocupações históricas que se desenvolveram em quase todo período de expansão urbana da cidade, ao longo dos cursos d'água.

Essas baixadas são terrenos sem infraestrutura, que, geralmente, são invadidos, e apresentam casas de madeira e pontes sobre áreas alagáveis (ABELÉM, 1968; PONTE; LUZ; SILVA, 2016). Em Belém, a baixada é o tipo mais antigo e popular de assentamento precário, ou de favela, caracterizando pela alta densidade construtiva e populacional, ocorrência de

palafitas, pontes de madeiras que permitem o acesso às residências e precariedade de infraestrutura urbana, que ocasionam consequências prejudiciais de manutenção das condições naturais dos cursos d'água por serem tratados como esgoto e pelo impedimento da passagem por resíduos (lixo) nas calhas e nas áreas marginais (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Historicamente, a ocupação da RMB ocorreu de forma desordenada, pois não houve um planejamento urbano, sobretudo, na gestão das bacias hidrográficas, havendo a ocupação de áreas alagadas e impróprias para moradia, que é o caso da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (BHEN). Esta é a quinta maior bacia da cidade de Belém e está sujeita a alagamentos, principalmente, em decorrência da influência das marés, além de ser uma das bacias mais populosas que compõem o município, sendo formada por famílias de baixa renda e possui mínimos equipamentos de infraestrutura urbana (BELÉM, 2007; AQUINO *et al.*, 2017).

Ressalta-se ainda que a partir da década de 1980, a parte continental de Belém passou por muitas intervenções que buscou um domínio dos rios urbanos que atravessam o município por meio de políticas públicas de urbanização denominados de “Projetos de Macro drenagem”, como ocorreu na BHEN, a partir de 2006 (PEREIRA; SOBRINHO, 2020). Porém, para estes autores, estas intervenções geraram impactos socioambientais, como as remoções e os remanejamentos da população local, a falta de ações democráticas em seus processos e na comunicação com as famílias afetadas.

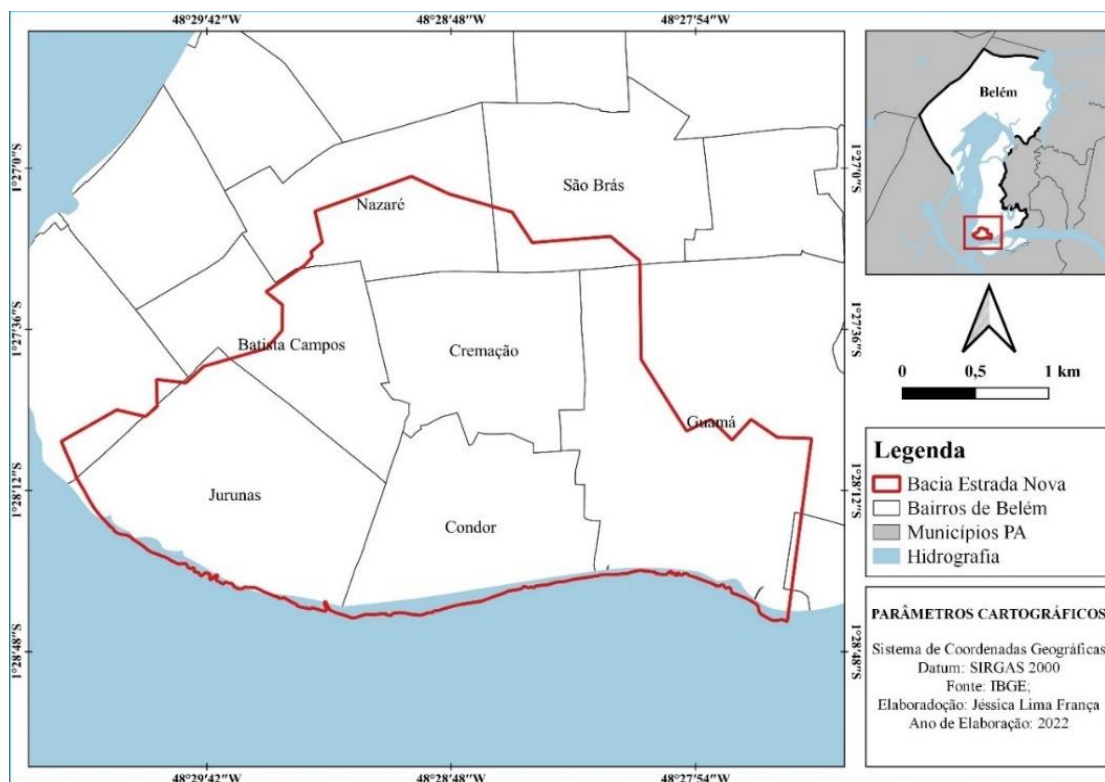
Diante do exposto, este estudo tem por objetivo analisar aspectos que contribuem para a problemática da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, e as consequências da população que reside na abrangência desta bacia, na cidade de Belém-PA, assim como propor algumas melhorias para a qualidade ambiental diante do projeto de macro drenagem desta bacia.

2 CENÁRIO ESTUDADO

2.1 Caracterização territorial e demográfica da BHEN

A BHEN, localizada na porção sul da cidade de Belém do Pará, tem uma área de cerca de 9.639.094,38 m², onde estão localizados os bairros do Jurunas, Condor, Cremação e parte dos bairros do Guamá, São Braz, Nazaré, Batista Campos, Cidade Velha e Universitário; a bacia está situada em cotas que variam de 2 a 14 metros (Figura 1) (MAGNO; LUZ; RODRIGUES, 2015). A BHEN drena a área mais populosa de Belém e está limitada pelo Sul ao Rio Guamá e oeste a Baía do Guajará, e devido estar próxima às marés que influenciam tal bacia (LEÃO, 2013).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, município de Belém - Pará.



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Na BHEN existem seis grandes aglomerados subnormais que ocupam mais de 50% do território e é formada por bairros heterogêneos, apesar da grande extensão (IBGE, 2020). Estima-se 9.465 residências estabelecidas na área, sendo, em sua maioria, aglomerados subnormais, que são caracterizados pela falta de infraestrutura básica, habitações precárias, como invasões e palafitas, pelo fato de as pessoas serem de baixa renda (IBGE, 2010; MAGNO; RODRIGUES; LUZ, 2015). Esta bacia é um local de alta densidade populacional e de aglomerados subnormais, que tem permeabilidade de sítio em torno de 3% e declividade abaixo de 1%, havendo a necessidade de aumento de permeabilidade, embora em termos práticos e contexto de urbanização densa seja difícil (PONTE; LIMA; RODRIGUES, 2016).

2.2 Caracterização sanitária da BHEN

O abastecimento de serviços públicos domiciliares na BHEN é mais crítico no esgotamento sanitário, pois apenas 21% dos domicílios teriam destinação adequada dos dejetos por meio de rede de coleta (15%) ou fossa séptica (6%), 93% da população é abastecida por uma rede de distribuição de água, 95% se utilizam dos serviços de limpeza para a coleta de lixo domiciliar e 100% possuem energia elétrica (IBGE, 2010).

Os canais passaram a ser considerados esgotos a céu aberto (Figura 2), devido aos lançamentos realizados no sistema, além do despejo impróprio de diferentes tipos de resíduos sólidos (materiais plásticos, de metais, papel e de madeira) e a inexistência de áreas de preservação permanente no decorrer da drenagem em consequência da ocupação antrópica indevida, agindo como obstáculo para o curso natural das drenagens, geralmente, agravado pelo lançamento de resíduos sólidos (PONTES *et al.*, 2014; RIOS, 2018). Os canais se encontram assoreados e os dispositivos de drenagem acabam se tornando mais escassos e deteriorados pelas obstruções causados pelo lançamento e acúmulo de resíduos sólidos, além de que há uma ampliação da vazão prevista para redes de drenagem, que passa por esses equipamentos (ARAÚJO JÚNIOR, 2013) (Figura 3).

Figura 2 - Lançamento de esgoto na drenagem urbana da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: Prefeitura Municipal de Belém (2020).

Figura 3 - Assoreamento em Canal da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



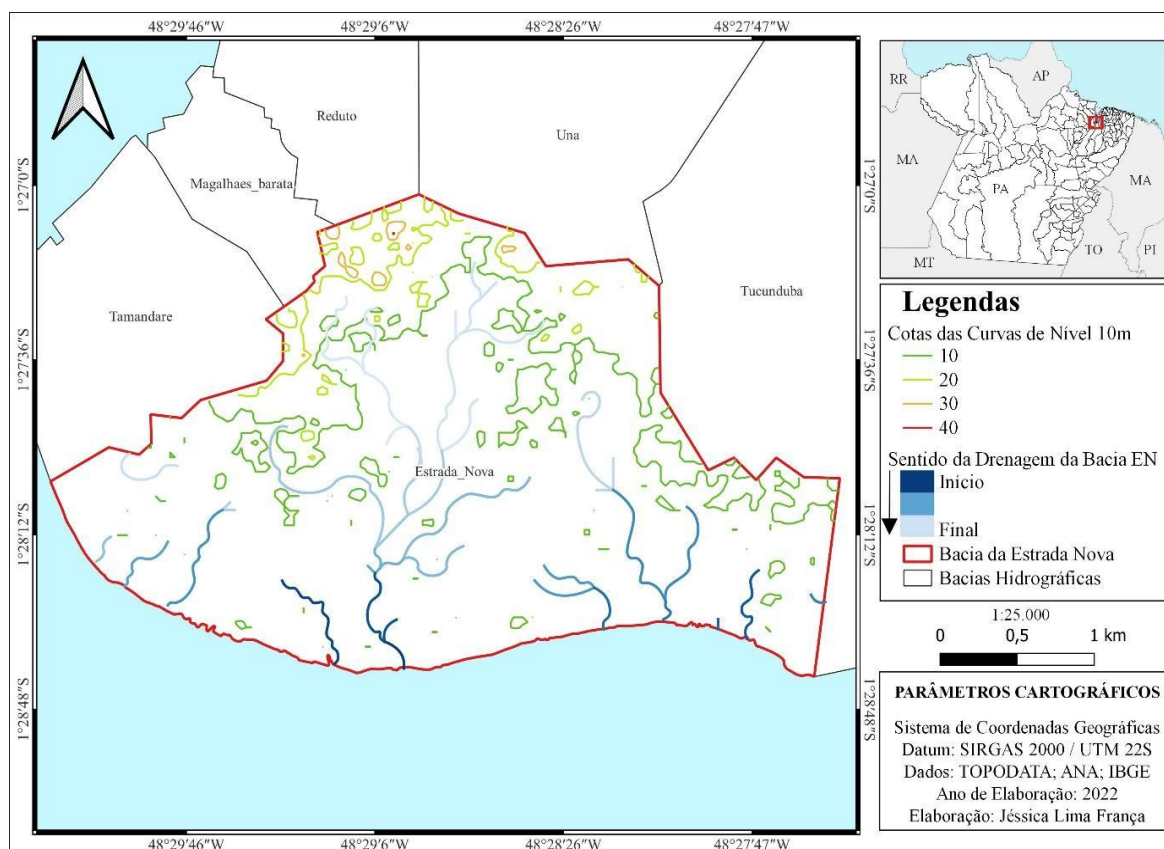
Fonte: Prefeitura Municipal de Belém (2020).

2.3 Risco ambiental urbano na BHEN

A sobreposição de aglomerados subnormais e manchas de inundação por classes de suscetibilidade contribuem para que a BHEN apresente 36,6% de sua superfície com alta suscetibilidade a inundações e 56,7% com alta e média suscetibilidades a este tipo de evento (CPRM, 2015; IBGE, 2019).

A cartografia indica que na região da BHEN as faixas de menor altimetria de terreno são áreas que estão sujeitas à suscetibilidade de inundações (Figura 4). A BHEN, na sua complexidade, era área de várzea e ainda hoje apresenta a cota média da bacia com altimetria de alagamento e, embora, atualmente, possua uma estrutura viária definida, os problemas de drenagem ocorrem devido à falta de compatibilidade entre os planos urbanísticos e os de drenagem (LIMA, 2004).

Figura 4 – Mapa de drenagem da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, em Belém-Pará.

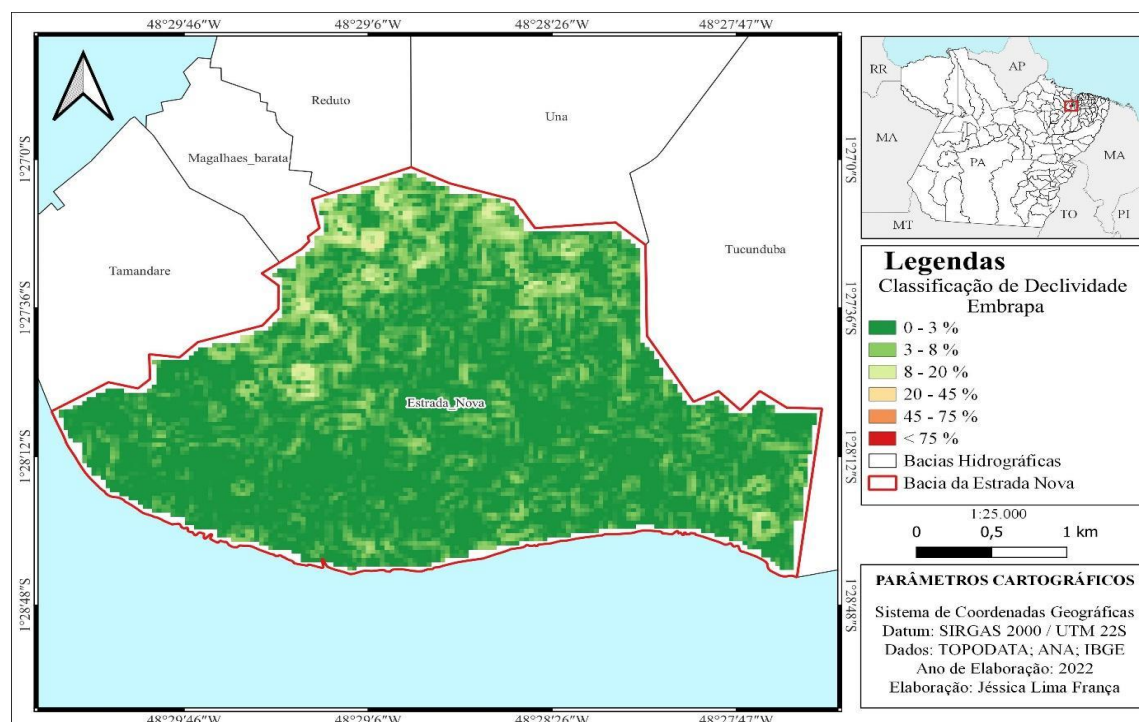


Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Em relação à declividade, observa-se que as áreas com menor declive, principalmente entre 0 e 3%, que são as áreas mais baixas de Belém, que correspondem à periferia, e, consequentemente, são os pontos mais suscetíveis aos alagamentos e inundações por meio de águas pluviais e/ou fluviais, enquanto nas áreas mais continentais, isto é, mais próximas de outras bacias, como Magalhães Barata, Reduto e Una, a declividade está compreendida entre 8 e 45% (Figura 5). As áreas com baixa declividade coincidem com as áreas de maior drenagem, conforme pode ser visualizado ao comparar com a Figura 4, o que está diretamente relacionado aos pontos de inundações e alagamentos.

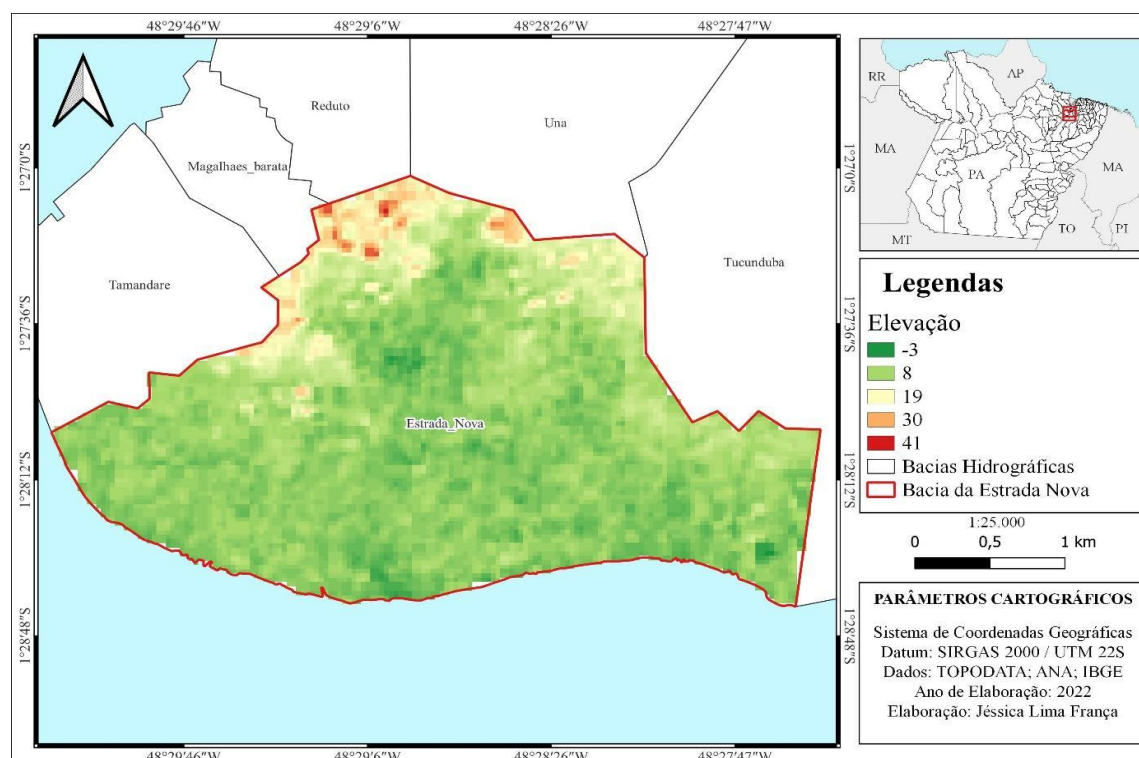
O mapa de hipsometria mostra a elevação da área de estudo que, ao ser comparado com as cotas das curvas de nível, demonstra que estas coincidem com a elevação da hipsometria da BHEN, e as áreas mais continentais, próximas a outras bacias, são as que apresentam elevação entre 19 e 41 m (Figura 6) e que convergem com os limites das áreas de drenagem e de declividade (Figuras 4 e 5, respectivamente).

Figura 5 – Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém-Pará.



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Figura 6 – Mapa de Elevação da Bacia Hidrográfica Estrada Nova, Belém-Pará.



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa.

Diante disso, observa-se que estes são os pontos da cidade de Belém mais propensos a alagamentos e inundações. Brandão (2016) frisou que os bairros Jurunas, Condor, Guamá,

Cremação e Batista Campos possui muitos pontos suscetíveis a alagamentos, com intensidade de varia de baixa a alta. Este autor mencionou ainda que o padrão técnico local atribui às áreas inferiores a 4 metros de altitude (cota limite para áreas alagáveis ou inundáveis) como principal característica física das baixadas, mas, atualmente, há determinados locais com recorrentes inundações em cotas de 6 m e 8 m.

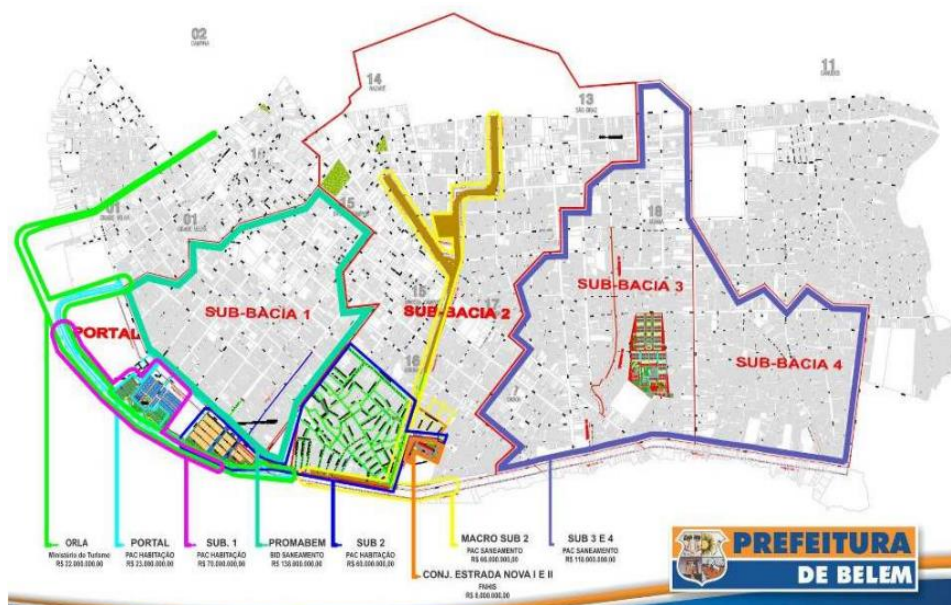
Os pontos de alagamento existentes na BHEN são menos expressivos em detrimento aos pontos de inundações. Pode-se constatar que o sistema de drenagem ali presente contém deficiências, assim não possuindo capacidade de escoar todo o volume de água pluvial, o que pode ser explicado pelos condutos serem antigos, podendo estar subdimensionados, a partir de vazões de projeto inadequadas e/ou pela falta de manutenção regular nos dispositivos hidráulicos.

2.4 Considerações sobre o Projeto de Macrodrenagem da BHEN (PROMABEN)

No ano de 2006, o município de Belém lançou o PROMABEN para a melhoria da drenagem urbana, infraestrutura viária, infraestrutura sanitária e sustentabilidade social e institucional, e vinculado a esse projeto a “revitalização da orla” do rio Guamá, nomeado de “Portal da Amazônia” (PONTE, 2010; LEÃO, 2014; ARAÚJO-JÚNIOR; AZEVEDO, 2021). Porém, este projeto causou a ruptura das atividades econômicas desenvolvidas por moradores locais, principalmente pela proposta de mudanças de usos da orla em favor do desenvolvimento econômico do mercado imobiliário e aparecimento de empreendimentos econômicos direcionados para grupos sociais com alto poder aquisitivo (LEÃO, 2004).

A rede de macrodrenagem da BHEN é formada pelos canais da Rua Caripunas, Rua Timbiras, Rua Quintino Bocaiúvas, Avenida Doutor Moraes, Rua 14 de Março, Rua 3 de Maio, Rua João de Deus, Rua Radional I e II, Rua Bom Jardim, Rua Euclides da Cunha e Avenida Bernardo Sayão, sendo que 16% da malha urbana de Belém é ocupada pela BHEN e com o projeto mais de 300 mil habitantes devem ser beneficiados direta ou indiretamente pelas obras e ações do PROMABEN (BELÉM, 2007). As ações de macrodrenagem da BHEN foram planejadas na divisão de quatro sub-bacias (Figura 7), prevendo o tratamento de sete canais, e, para isto, a Prefeitura de Belém compartimentou as obras com variadas naturezas de financiamento, órgãos responsáveis e diretrizes de intervenção, gerando resultados distintos e acarretando no “retalho” do projeto (LEÃO, 2014; BRANDÃO, 2016).

Figura 7 – Mapa esquemático com a visão geral das intervenções da Bacia Hidrográfica Estrada Nova.



Fonte: Prefeitura de Belém (2012) e Leão (2014).

Na BHEN ocorre uma elevada vazão, geralmente, por meio de uma drenagem profunda em direção aos fundos de vales, que foram impermeabilizados pelo sistema viário, pois os aterramentos serviam como alternativa para evitar os alagamentos nos lotes, sendo feitos com pouca orientação do poder público, sendo, então, caracterizadas por obras improvisadas, principalmente as de microdrenagem (LIMA, 2004). Para este autor as mudanças físicas da BHEN se solidificaram, a partir da década de 1960, por meio da construção da Avenida Bernardo Sayão, causando alterações gradativas que levaram à densificação da bacia e à transformação do ambiente hídrico natural por meio da implantação da macrodrenagem, que, por sua vez, também sofreu influências das modificações do uso do solo.

O projeto básico das ações de macrodrenagem da BHEN, apresentado em 2007, teria como proposta inicial discursar sobre a importância de faixas de preservação e descrever intervenções que possibilitaria garantir a proteção dos cursos d'água, incluindo a possibilidade da implantação de soluções de “drenagem naturalísticas”, mas as larguras de faixa de domínio que seriam indicadas não foram estabelecidas no projeto básico e nem propostas de requalificação ambiental das margens (LEÃO, 2014). Esta autora também verificou que as faixas de domínio correspondiam as vias marginais de canais e que não ocorreu a adoção de ações orientadas pelas legislações tanto municipais e federais, como o Plano Diretor e o Código Florestal.

A cidade de Belém do Pará encontra-se em um ambiente favorável em que os aspectos geomorfológicos e climáticos contribuem para uma situação constante de risco ambiental a ocorrência de inundações. As áreas de várzeas ligadas a um índice pluviométrico em torno de

300 mm/ano e as alterações decorrentes da urbanização (impermeabilização, alteração topográfica, problemas de saneamento básico) contribuem para a ocorrência de alagamentos, principalmente durante a estação mais chuvosa (MORAES *et al.*, 2005; SANTOS, 2009; FREITAS; XIMENES, 2012; PONTES *et al.*, 2017). Outro fator é que grande parte da BHEN se encontra em cotas altimétrica iguais ou inferiores a 4 metros, ocasionando pontos de alagamentos, sob influência das marés (LIMA, 2004).

Neste contexto, salienta-se algumas críticas ao projeto, como a intervenção pelo aspecto do projeto de macrodrenagem, o qual necessita de soluções em tipologias habitacionais e de um programa sistemático, responsável e transparente de remanejamento, indenização e relocação de moradores. Além disso, as dificuldades de gerenciamento da obra, como reiteradas interrupções e desarticulação urbanística entre suas partes, esvazia-se trechos dos bairros que compõem a BHEN, fazendo com que o número, a frequência e a violência de eventos da criminalidade urbana na área fossem acentuadas (ARAÚJO JÚNIOR, 2013).

Diversos problemas não só em relação à limpeza urbana, mas também aos fatores da qualidade ambiental dessa BHEN podem ser visualizados na área, influenciando diretamente para que o sistema de limpeza urbana vigente seja inapropriado, além de defasado em relação aos modelos atuais existentes e já empregados em outras cidades do Brasil. Pode-se citar também os problemas relacionados ao aterramento, assoreamento, entupimento de canais, obras paliativas indevidas, entre outros.

Outro fator importante é a discussão pela possível intensificação da segregação socioespacial da região, devido à ruptura de ações socioeconômicas desenvolvidas por seus moradores atuais, sobretudo, pela proposta de mudança de usos na orla em prol do desenvolvimento econômico do mercado imobiliário e do surgimento de empreendimentos econômicos voltados para grupos sociais com maiores rendimentos, como ocorreu no Portal da Amazônia. Assim, pode-se afirmar que a obra na BHEN foi uma oportunidade perdida de inserir uma proposta que fosse socialmente mais justa, tanto do ponto de vista ambiental como social e habitacional.

Quanto ao sistema de drenagem urbana que já existente, Lima (2004) afirmou que é necessário definir o sistema viário da BHEN - seu traçado e obras de escoamento pluvial -, e identificar readequações para o sistema de drenagem urbana apropriados para o controle hídrico na bacia, em associação com o uso de ferramentas de planejamento urbano, com o intuito de redefinir um conceito alternativo de via que identifique impactos na bacia hidrográfica urbana e proponha alternativas para a melhoria do cenário como um todo.

3 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

- A ocupação e urbanização do território da BHEN ocorreu de forma desordenada, acarretando inúmeros problemas socioambientais causados pelos próprios moradores e pela baixa atuação do Poder Público, resultando, em particular, em pontos de alagamentos e de inundações;
- Bairros, como Jurunas, Condor, Guamá, Cremação e Batista Campos, são os mais suscetíveis aos alagamentos e inundações, devido às características de rede de drenagem, relevo, hipsometria, pluviosidade e influência das marés, associadas ao aterramento, despejo indevido de resíduos, sistema de drenagem obsoleto, deficiente e sem manutenção.
- O próprio projeto de macrodrenagem da BHEN não levou em consideração a dinâmica natural da bacia e os aspectos geoambientais, tampouco as condições socioeconômicas dos moradores locais; e as poucas melhorias realizadas no sistema não refletem a eficiência do projeto, de acordo com a percepção dos moradores.
- As obras realizadas até hoje, em parte, é fruto da concepção original e outra parte é resultado de alterações, que constituem essa colcha de retalho, devido às alterações causadas por pressões da comunidade da Estrada Nova (Caripunas) que não aceitaram a solução; paralisações devido às mudanças de financiador; e as mudanças do cronograma original.
- Não foram concluídas as obras sub-bacia 1 (tomada d'água e rede de esgoto) e esforços foram concentrados na subbacia 4 por causa de questões políticas ligadas ao governo do prefeito Zenaldo, que foi a duplicação da Estrada Nova que foi inaugurada.
- Atualmente, existe uma área que foi retomada a expectativa do financiamento, que visa a conclusão da sub-bacia 1 e sub-bacia 2 (miolo do Jurunas); e a rede de esgoto, com conclusão da Macrodrenagem da subbacia 1, que envolve o canal de descarga e a estação de tratamento de esgoto. Entretanto, isto configura uma solução bastante polêmica, pois só resolverá o problema do esgotamento dessa sub-bacia.

RECOMENDA-SE:

- Maiores esforços com a limpeza urbana tanto por parte dos governantes quanto dos próprios moradores, a fim de evitar, em particular, o entupimento de canais e bueiros e a poluição hídrica;

- Fiscalização e medidas punitivas em relação ao aterramento, assoreamento, entupimento de canais e bueiros, obras paliativas indevidas, construções inapropriadas de moradias e outros equipamentos de infraestrutura urbana etc.
- Ações de Educação Ambiental por meio de cursos, atividades, mutirões e outros, a fim de conscientizar e inculcar mudanças de mentalidade e atitudes sustentáveis;
- Uso do paisagismo com o intuito de embelezamento da área e melhoria da qualidade de vida e ambiental;
- Estudo interdisciplinar e políticas públicas que considerem múltiplos fatores, para que os projetos desenvolvidos na BHEN e bairros adjacentes contemplem a população local, contribuindo para o alavancar o orçamento familiar, melhorias condições de moradia e ambiental, e alternativas de lazer e recreação.
- Análise mais detalhada e interdisciplinar do sistema de limpeza urbana vigente e os projetos de macrodrenagem, levando em consideração a realidade de cada bairro ou sub-bacia, considerando o relevo, rede de drenagem, situação socioeconômica dos moradores e devidas readequações para o sistema de drenagem urbana já existente em associação com o uso de ferramentas para o planejamento da cidade, além de reavaliar a melhor maneira de efetivar as obras já realizadas em trechos da referida bacia.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. Fatores de risco a inundação na bacia hidrográfica da estrada Nova Belém-PA. **Geografia** (Londrina), v. 22, n. 2, p. 57-78, 2013.

LEÃO, M. B. M. S. ST1-1190 Projeto Portal da Amazônia: Contradições na orla de Belém/PA. **Anais ENANPUR**, v. 15, n. 1, 2013.

LIMA, H. N. S. **Estudo da conceituação e implementação de vias sanitárias em Belém: o caso da bacia de drenagem Estrada Nova**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará, Belém, 2004. 119 f.

MAGNO, J. C.; RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M. Geomorfologia e a vulnerabilidade ambiental em bacias urbanas: estudo de caso da bacia da estrada nova Belém-PA. **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém, v. 02, n. 04, p. 96-109, 2015.

PEREIRA, C. M. P.; SOBRINHO, M. V. Direito à cidade na perspectiva paroara: concepções dos agentes do sistema de justiça do estado do Pará. **Revista Direito e Práxis**, v. 11, p. 493-534, 2020.