



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Bacia hidrográfica da Estrada Nova: dinâmica física e social em Belém (PA)

Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior¹, Adriane Karina Amin de Azevedo²

¹Geógrafo pela UFPA, especialização Educação para a gestão Ambiental pela NUMA/UFPA

²Geógrafa pela Universidade Federal do Pará, possui especialização em Educação para a Gestão Ambiental pelo Núcleo de Meio Ambiente (UFPA) e mestrado em Sociedade e Fronteiras pela Universidade Federal de Roraima.

Artigo recebido em 21/12/2021 e aceito em 13/06/2022

RESUMO

A gênese de formas na superfície terrestre não está exclusivamente ligada a fatores bióticos e abióticos, em razão dos agentes sociais também exercerem seu papel nas mudanças da paisagem, apropriando e transformando espaços para seu uso, muitas vezes gerando e/ou transformando formas do relevo. Assim, teve-se como objetivo analisar a inter-relação existente entre as formas e processos naturais e formas e processos produzidos/induzidos pela sociedade na bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN) na cidade de Belém (PA), para se propor um planejamento ambiental coerente com as dinâmicas naturais, econômicas e sociais deste espaço socialmente produzido e sistemicamente integrado, uma vez que se notou uma intensa transformação do espaço físico por ações da sociedade com o intuito de ocupar e usar este espaço, incorrendo em transformações e gêneses de novas formas na superfície desta bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Antropogeomorfologia, Planejamento ambiental, Bacia hidrográfica.

Watershed Of Estrada Nova: Physical And Social Dynamics In Belém (PA)

ABSTRACT

The genesis of shapes on the Earth's surface is not exclusively linked to biotic and abiotic factors, due to the fact that social agents also play a role in changing the landscape, appropriating and transforming spaces for their use, often generating and / or transforming relief forms. Thus, the objective was to analyze the interrelationship between natural forms and processes and forms and processes produced / induced by society in the watershed of Estrada Nova (BHEN) in the city of Belém (PA), to propose an environmental planning coherent with the natural, economic and social dynamics of this socially produced and systemically integrated space, since an intense transformation of the physical space by society's actions was noted in order to occupy and use this space, incurring transformations and genesis of new forms on the surface of this watershed.

Key words: Antropogeomorphology, environmental planning, watershed.

Introdução

Para além de estudos com enfoque unicamente na dinâmica e em processos formadores do meio físico, a geomorfologia antropogenética tenta aliar trabalhos teóricos a práticas que possibilitem a solução de problemas por conta da interferência da sociedade no meio físico, com o objetivo de ocupação de determinadas áreas sem maximização de possíveis problemas ambientais (degradação de cursos d'água, deslizamentos de encostas, inundações etc.). (Oliveira, et. al. 2021; Silva; Lupinacci, 2021; Almeida; Silva; Santos, 2020; Claudino-Sales, 2020; Latour, 2020; Pinton, et al. 2019; Rodrigues, et. al. 2019; Veiga, 2019; Barbosa; Furrier; Souza, 2018;)

A transformação do relevo constitui um dos principais objetivos da geomorfologia antropogenética, atentando para as ações da sociedade no meio biofísico. Tal apontamento se faz em razão do atual estágio técnico-científico vivido pela sociedade, no qual o ambiente não mais é modificado unicamente por fenômenos de ordem natural (tufões, furacões, terremotos, etc.), há também que se analisar os impactos no ambiente ocasionados pela urbanização, considerando as transformações provocadas nos ecossistemas e geossistemas, diretamente pela construção de áreas urbanizadas e indiretamente pela sua ação de influência e relações (Christofoletti, 2008).

Felds (1958) no âmbito da Geomorfologia Antropogenética considera que o homem exerce numerosos efeitos diretos ao executar grandes deslocamentos de massas nos lugares de habitação, na exploração de minas, na agricultura. Ele age mais ainda pela sua ação sobre o regime das águas, construindo as barragens e os diques; criando cursos d'água e lagos de barragem.

Assim, deve-se desejar que a Geomorfologia se preocupe energicamente com os problemas antropogenéticos, pois se torna análise complementar aos seus estudos, que do seu início, até hoje, tem a noção de ciência da ação e da eficácia das forças da natureza inanimada modelando as formas da superfície da terra.

A importância de se abordar esta temática repousa nos estudos do espaço urbano e na sua alteração para o bom uso do espaço através de obras de engenharia, as quais procuram segundo Christofletti (2008) melhorar e ampliar a infraestrutura suplantando os “empecilhos” advindos da morfologia e dos processos morfogenéticos, tendo como foco esclarecer que tais “empecilhos”, são na verdade formações naturais com funções físicas responsáveis por manter equilíbrios hidrológicos, climáticos, pedológicos e etc.

Neste contexto, a cidade de Belém constitui-se desde seu início um canteiro de obras, pois o objetivo de adequar espaços para ocupação da sociedade que aí vê possibilidades potenciais de cunho estratégico se fez e se faz presente, principalmente no concernente a melhoria da qualidade de vida de populações que vivem a beira rio (Rio Guamá), em áreas muito adensadas e com pouca infraestrutura básica.

Cerca de setenta anos se passaram desde uma grande intervenção ocorrida na área que compreende a bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN – figura 1), a construção do Dique da Estrada Nova.

O Programa de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova (PROMABEN) entende a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e de soluções integradas para os diversos sub-sistemas de infraestrutura e serviços urbanos intervenientes com a ocupação do solo.

No entanto, tendo em vista o fato de que o Planejamento ambiental na bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN) deverá estar voltado para a sua organização espacial, ou seja, o estabelecimento, segundo Rodríguez, Silva e Leal (2011), dos diferentes objetos em articulação com os sistemas espaciais e que a bacia hidrográfica constitui uma articulação sistêmica de objetos e formações espaciais, a BHEN será delimitada para fins de planejamento urbano, não sendo desconsiderados aspectos geomorfológicos, como a topografia, para a análise.

Tendo em consideração agentes biofísicos e antrópicos o trabalho pretende entender como as transformações foram geradas na bacia hidrográfica da Estrada Nova e quais as formas de relevo foram destruídas/alteradas, criadas ou induzidas, utilizando a antropogeomorfologia como domínio de aplicação para o planejamento ambiental, pois acredita-se que as políticas públicas implantadas para viabilização do processo de uso e ocupação da BHEN estão em desacordo com o que poderia ser um planejamento urbano e ambiental coerente com premissas socioeconômicas e biofísicas.

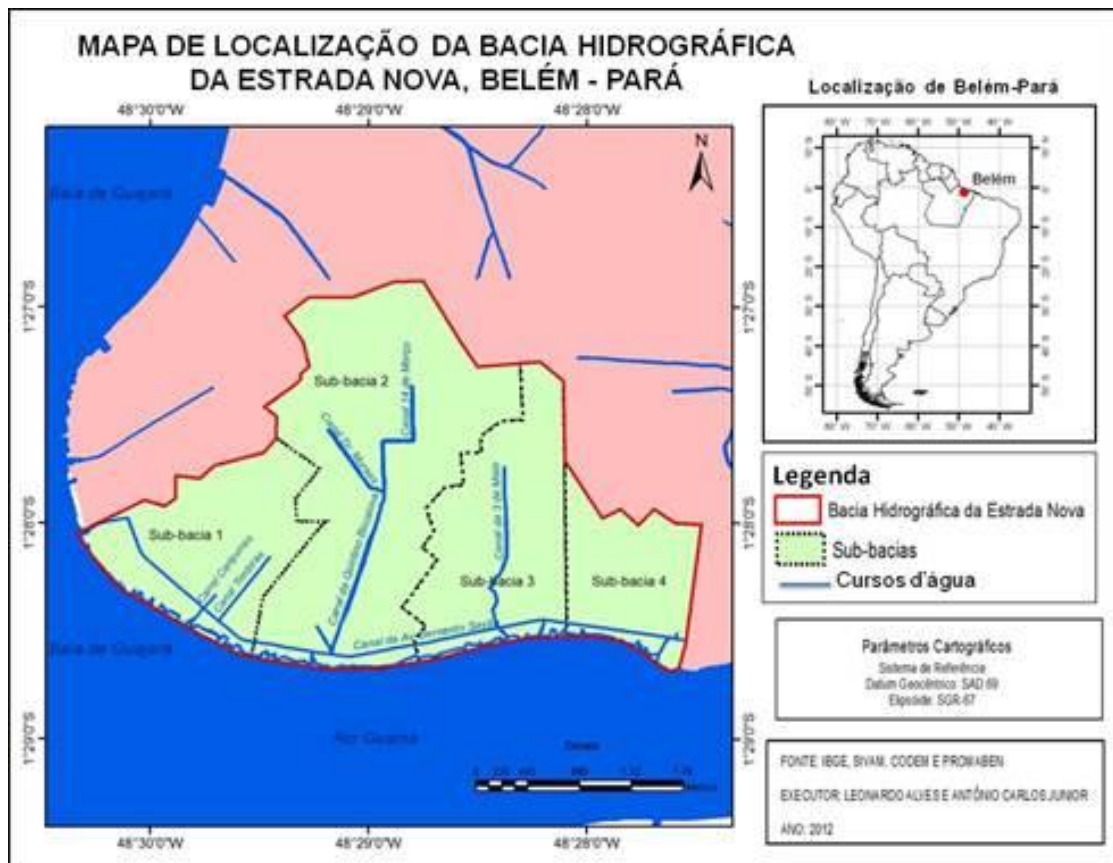


Figura 1: Localização da área de estudo na cidade de Belém-PA

Instrumental teórico-conceitual

Para Sousa e Nascimento (2015) a bacia hidrográfica ganha destaque, pois o seu estudo reconhece as inter-relações entre os diversos componentes da paisagem (geologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, pedologia, cobertura vegetal e ocupação da terra) e ajuda a identificar os problemas configurados, numa perspectiva de intervenção e de planejamento territorial integrados.

Elementos sociais, políticos e econômicos, bem como biológicos, hidrológicos, climáticos e geomorfológicos devem ser considerados conjuntamente a fim de que se tenha visão integrada sobre os processos que ocorrem na bacia hidrográfica, como também seja possível projetar cenários para prováveis impactos desencadeados pela ação humana.

Ao observar as bacias hidrográficas urbanas, depara-se com um cenário escalar bastante peculiar, pois, por se tratar de espaço geográfico com limites político-administrativos definidos e com intensos processos de apropriação e transformação, tem-se uma contribuição muito grande e acelerada de materiais que não deveriam compor os sistemas fluviais, podendo ocasionar fenômenos como assoreamento de canais,

estreitamento dos cursos d'água, ocupação da planície de inundação (maior e menor), retificação dos canais, dentre outros.

Além da ocupação urbana em si, ocupações por outros tipos de atividades (atividades industriais, atividades agropecuárias, novos loteamentos) podem se instalar nas proximidades das áreas urbanas, as quais passam a ser centro polarizador de dinâmicas sociais pela proximidade de serviços necessários para o desenvolvimento de tais atividades (rede elétrica, serviços de saneamento, serviços bancários etc.).

Percebe-se com isso, que as alterações que vão ocorrer na bacia hidrográfica são fruto de ações não necessariamente setorializadas, mas de um conjunto de intervenções dispersas espacialmente, as quais, todavia, têm pontos de convergência, os cursos d'água.

Do ponto de vista teórico, Teodoro *et. al.* (2007) dizem que os termos sub-bacia e microbacia hidrográficas também estão incorporados na literatura técnico-científica, todavia, não apresentam a mesma convergência conceitual apresentada para bacia hidrográfica, sendo definidas como:

- a) *sub-bacia*: as bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacias e sub-bacias são relativos (SANTANA, 2003).
- b) *micro-bacia*: Cecílio e Reis (2006), definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km² a 200 km²).

A concretude e as possibilidades analíticas do conceito de bacia hidrográfica, considerando-a como unidade de planejamento e gestão, contribuem sobremaneira ao ordenamento (Nascimento, 2006) espacial. Dá subsídios ao manejo ambiental, à luz dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável (Nascimento; Carvalho, 2003).

Para Cunha e Guerra (2009) os desequilíbrios ambientais em bacias hidrográficas se originam, muitas vezes, da visão setorializada dentro de um conjunto de elementos que compõem a paisagem.

Para Bernhofen et al. (2021); Njogu (2021); Shin et al. (2021) os efeitos negativos oriundos de inundações geram adaptações sociais, muitas vezes forçadas. Tais adaptações podem ser minoradas caso a visão setorializada da bacia hidrográfica possa ser superada e a paisagem considerada como um todo e não somente a soma de suas partes do ponto de vista do planejamento para uso do solo e ocupação urbana.

A respeito das intervenções humanas ou intervenções antrópicas sobre as bacias hidrográficas, Botelho e Silva (2012) analisam elementos e processos em áreas florestais e rurais e em áreas urbanas que corroborem para medidas de qualidade ambiental. Botelho (2011), Araújo Júnior e Tavares Júnior (2018), Luz e Rodrigues (2020) trata das intervenções antrópicas como condicionadoras dos caminhos percorridos pelas águas no meio urbano, as quais afetam a qualidade das águas e atuam na potencialização das enchentes.

Assim sendo, Cunha (2009a) afirma que os fatores que influenciam o regime das águas e a produção de sedimentos nas bacias hidrográficas brasileiras dependem da atuação conjunta das

condições naturais e das atividades humanas, ideia também compartilhada com Jorge; Guerra (2020).

A este respeito Vieira e Cunha (2008) e Cunha (2009b) retratam a mudança na morfologia de canais urbanos pela ação antrópica e quais as suas consequências, bem como em trabalho subsequente, Vieira e Cunha (2012) complementam o trabalho reconstituindo as redes de drenagem dos canais, dando uma visão panorâmica da real situação dos cursos d'água da cidade de Teresópolis em face da ação humana, com a ausência de muitos canais (provavelmente aterrados, cobertos por placas de concreto, ou canalizados e enterrados).

Araújo; Santos (2020); Araújo et al. (2020); Silva; Martins; Spink (2020) e Canil; Lampis; Santos (2020) ao desenvolverem estudos sobre a percepção do risco à inundação fazem-se importantes serem citados, pois associar a percepção das populações que habitam áreas de risco a fatores não somente socioeconômicos, mas também a fatores físico-naturais tornam-se uma emergência em relação aos processos de uso e ocupação do solo urbano, o qual ao ser transformado pode gerar áreas potencialmente perigosas.

A geomorfologia por ser o estudo das formas do relevo, por certo, não deve relegar a atuação da sociedade no processo de gênese morfológica, como nas bacias hidrográficas, uma vez que as formas de uso e ocupação da terra denunciam, usualmente, as políticas de organização e apropriação do espaço regional pelos diversos agentes sociais, sejam eles os tomadores de decisão política, empresários de diversos setores ou mesmo a comunidade civil (Nascimento; Carvalho, 2003).

Nascimento (2006) fala, holisticamente infere-se que o ambiente é construído social e historicamente na interação contínua de uma sociedade vivaz e um espaço físico passivo e ativo, concomitantemente. Nesta trajetória são produzidas riquezas a partir da exploração dos recursos naturais, como também impactos ambientais das mais variadas etiologias e escalas.

Observar o holos é imprescindível, pois o ambiente não representa um fragmento mecânico, mas um grande sistema interconectado em rede e em dinâmica (Camargo, 2003). Portanto, como meio global, imbricando três elementos básicos, (i) o entorno natural, (ii) os objetos e artefatos das civilizações humanas, e (iii) o conjunto de todos os fenômenos sociais e culturais que configuram e transformam os indivíduos e os grupos humanos (Rodríguez; Silva, 2001).

Dimensionar o todo é tarefa salutar e coadunando com Cunha e Guerra (2003) baseados em uma concepção de natureza não dualista, na qual o homem é inserido na história da natureza no Quaternário (período mais importante a análise geográfica), a consideração do homem - enquanto sociedade - atuando no processo histórico de ocupação e transformação das paisagens dá um caráter dinâmico ao ambiente e nas heranças oriundas das atividades dos grupos sociais, não sendo diferente no espaço belenense.

Isso leva ao entendimento da Geomorfologia Ambiental, referindo-se à aplicação dos conhecimentos geomorfológicos, ao planejamento e ao manejo ambiental. Também, segundo Guerra e Guerra (2009) inclui o levantamento dos recursos naturais, a análise do terreno, a avaliação das formas de relevo, a determinação das propriedades físicas e químicas dos materiais, o monitoramento dos processos geomorfológicos, as análises de laboratório e a elaboração dos mapas de riscos.

Tais procedimentos têm em consideração as relações socioeconômicas e ambientais como atuantes no tempo e no espaço de formas articulada, considerando natureza e sociedade como responsáveis pela gênese e modificação da paisagem.

Guerra e Guerra (2009), falam ainda que a Geomorfologia ambiental tem crescido muito nos últimos anos, devido à necessidade de se ocupar novas áreas na superfície terrestre, onde o planejamento ambiental torna-se indispensável para que sejam evitadas catástrofes.

Neste aspecto a Geomorfologia Ambiental interfere no campo das construções civis, do planejamento dos usos da água, das mudanças de regimes fluviométricos, das modificações gerais da paisagem. O objetivo da Geomorfologia Ambiental é minimizar as distorções topográficas, entender e atuar nos processos inter-relacionados para a restauração ou manutenção do balanço natural (Penteado, 1980).

O viés teórico-conceitual da Geomorfologia Ambiental vai subsidiar estudos antropogeomorfológicos no domínio de sua aplicação. A reflexão antropogeomorfológica aproxima o fenômeno de construção do espaço urbano aos estudos da geomorfologia clássica e inaugura um campo de investigação sobre a interface entre o ambiente construído e o natural, em uma antropogeomorfologia urbana (Santos Filho, 2011).

A antropogeomorfologia é aplicada no âmbito do planejamento ambiental no espaço urbano, uma vez que a alteração de espaços para adaptação da sociedade se faz imprescindível para que se processe em termos menos agressivos, com a criação e transformação do relevo, sendo necessário conhecer quais seus os agentes e as consequências de suas ações sobre o espaço antropicamente produzido.

Geomorfologicamente, para Ferreira (1995) o modelado belenense se divide em duas grandes unidades morfológicas, (i) terraços (superfícies pediplanadas) de idade pleistocênica também chamados de terras-firmes, livres das inundações periódicas se caracterizando por vários níveis de patamares espaçados de declive suave cuja topografia varia de 4 a 20 metros de altitude e (ii) planícies holocênicas, correspondentes às chamadas várzeas ou baixadas, com topografia igual ou inferior a 4 metros de altitude, como as da Estrada Nova, inundadas diariamente pelas águas do rio Guamá que penetram por seus igarapés¹ sob a influência das marés (variação diária do nível das águas) e também inundadas sazonalmente durante os períodos de maiores índices pluviométricos na região de Belém.

Fatores naturais são responsáveis diretos pelo modular das formas do relevo, não sendo diferente para o espaço amazônico, destacando-se processos de erosão e sedimentação como destacado por Lima:

Um fator que concorre para a formação do solo nas áreas inundáveis é a matéria orgânica, resultante dos detritos vegetais que caem sobre o solo, desprendidos do revestimento florístico. Assim, nas várzeas altas, sendo o revestimento constituído de mata, a matéria orgânica provém do revestimento de plantas herbáceas nos campos, ou da mata com predominância de palmeiras, nos igapós. A matéria orgânica na várzea alta está sujeita a perdas pelo deslocamento para a várzea baixa, no final das enchentes das marés de sizígia dos equinócios e pelo arrasto para os rios, no refluxo das mesmas marés. Nas depressões existentes em áreas planas acumula-se grande quantidade de matéria

¹ Do tupi “igara” significa canoa e “pê” caminho, sendo igarapé caminho de canoa (AB’SÁBER, 2003).

orgânica. Ali, o solo chega a apresentar 6,6% de carbono no primeiro horizonte (Vieira, 1982, apud Lima, 2000). Nos manguezais, a folhagem caída das árvores é conduzida de um lugar para outro, ao sabor das marés, formando depósitos volumosos, às vezes em pontos distantes do local de origem (Lima, 2000, p. 58).

As alterações na paisagem provocadas pela ação antropogênica, sejam temporárias ou cumulativas, induzem um remodelamento parcial do relevo cujos efeitos atuam e são percebidos de modo pontual ou linear. Assim, falar que a ação das sociedades à luz de um tempo social tenha tido expressão suficiente para criar unidades de relevo na escala regional em que atuam fatores morfoestruturais e morfoclimáticos mais amplos no tempo e no espaço se torna improvável.

Neste sentido, a Geomorfologia que considera o homem fator geomórfico aplica-se às escalas locais e é deste modo que ela deve ser entendida. A ação antropogênica gera feições e formas de relevo locais, relacionadas à ação humana na história (até alguns poucos milhares de anos) e por intermédio do trabalho e das técnicas disponíveis (Araújo Júnior; Barbosa, 2010).

Sabe-se que a análise dos processos de colmatção das planícies de inundação, os quais ocorreram (e podem ainda estar ocorrendo) nas várzeas dos igarapés de Belém por vezes leva em consideração apenas o processo de colmatção produzido pela natureza, porém em se tratando de produção espacial, concorda-se com Ferreira (1995) que tratar a colmatção das várzeas de Belém apenas sob o ponto de vista natural é ineficaz, pois a participação da sociedade gera e intensifica processos em menor tempo do que aquela realizada somente pelas marés e pelo regime fluvial.

Considerar fatores geológico-geomorfológicos, climato-hidrológicos, hidrográficos e socioeconômicos de forma consonante ajudará a entender com mais clareza as modificações ocorridas na paisagem belenense.

Há potencialidades e dificuldades na análise integrada destes fatores, sendo primordial haver a inserção destes conteúdos no processo formal de ensino, desde a educação básica como apontado por Silva; Rangel (2020), para com isso formar cidadãos cientes e conscientes de sua realidade social, bem como base física onde localizam-se suas habitações.

Os estudos de Ferreira (1995), Trindade Júnior (1997), IDESP (1990), Rocha (1987),

Furtado (1980) e Penteado (1968) apontam para a importância que a áreas de baixada que compõem o sítio de Belém assumem para o crescimento da cidade, corroborando a geração e/ou intensificação de formas e processos, bem como a gênese de áreas de risco a inundação.

Nesse sentido, os produtos construídos para o entendimento das transformações e gêneses de formas na BHEN, conforme descrito a seguir, consideraram hipsometria, compartimentação geomorfológica, pluviometria e maré, para assim apontar novas formas no modelado desta bacia, ou seja, sua antropogeomorfologia.

Material e métodos

Mapa hipsométrico

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir das cotas topográficas adquiridas junto a CODEM (Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém), as quais foram interpoladas e representadas em um Modelo Digital do Terreno (MDT) com equidistância entre os pontos de 2 (dois) metros.

Para gerar esse MDT, em virtude da distribuição espacial irregular, foi utilizada a técnica de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted) com o intuito de representar melhor a topografia dentro de um Modelo Digital do Terreno (MDT). Essa técnica de interpolação calcula os valores dos pontos por meio de uma combinação linear ponderada dos pontos amostrais, baseada em uma perspectiva de dependência espacial. Para tanto, são atribuídos para cada ponto o inverso da função da distância. Dessa forma, os pontos mais próximos possuem maior peso em relação aos pontos mais distantes que estão sendo interpolados, por isso atribui-se a essa técnica um caráter de dependência espacial.

A partir do MDT foi desenvolvido o mapa topográfico apresentando os dados hipsométricos que representam as variações planialtimétricas do relevo, bem como, as curvas de nível.

Compartimentação geomorfológica, pluviometria e maré

A construção da compartimentação geomorfologia da bacia hidrográfica estudada foi feita com base na identificação de seus compartimentos por Lima (2000), Moreira (1976) e CODEM (1986), os quais têm como características as destacadas no quadro 1.

Foi trabalhado o conceito de várzea, considerando o igapó como um de seus estágios ou ciclos morfodinâmicos, tendo em conta a presença geomorfológica destas feições do relevo

na área de influência da bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN) e associados às características pluviométricas (INMET, 2010) regionais potencializam a gênese de áreas de risco a inundação, principalmente entre os meses de dezembro a abril. Os dados de maré (DHN, CHM, BNDO, 2013) foram associados à pluviometria na análise, pois acrescentam dinâmicas regionais à análise.

Não há uma geomorfologia em escala de detalhe elaborada para a cidade de Belém. A construção da compartimentação geomorfológica da área de estudo é uma aproximação tendo como base os autores supracitados e a tipologia geomorfológica regional, a qual subsidia uma interpretação assentada nos níveis de alcance da maré e áreas anteriormente alcançadas pelas

marés (essas duas compreendidas como várzeas, igapós e/ou baixadas) e formações pliocênicas mais elevadas (terras-firmes).

Antropogeomorfologia

As novas formas presentes no espaço da BHEN foram identificadas a partir de trabalhos de campo tendo como referência os principais cursos d'água da bacia hidrográfica. Para isso, fotografias foram plotadas aos perfis longitudinais identificando as novas conformações espaciais que visam atenuar fenômenos naturais, como às inundações, facilitando o escoamento superficial por exemplo.

Os perfis longitudinais foram traçados tendo a base dos dados hipsométricos da CODEM.

Quadro 1 - Tipologias geomorfológicas da região amazônica.

Tipologias geomorfológicas	Classes	Características hidro-topográficas
Várzea	Alta	Em cada preamar, as águas que cobrem a várzea alta não permanecem mais que duas horas sobre o solo, retornando logo ao leito dos rios na maré vazante. A várzea alta seca, completamente, durante os meses menos chuvosos. Depois que a maré vaza ela pode ser transitada a pé, sem maiores dificuldades (LIMA, 2000).
	Baixa	È umedecida ou invadida parcialmente durante quase todo o ano, pelas marés de lua cheia e lua nova. Durante a estação chuvosa, este trecho é quase que constantemente alagado e atoladiço, mas com o avanço da estação seca vai adquirindo consistência até tornar-se firme (LIMA, 2000).
Igapó	—	Fase ou estágio no ciclo morfodinâmico das várzeas, constituindo nesta qualidade o nível ou gradação mais baixa do relevo amazônico (MOREIRA, 1976).
Baixada	—	A Prefeitura Municipal de Belém considera baixada toda área de cota topográfica de 4 m e abaixo de 4 m, correspondente à planície inundável (CODEM 1986).
Terra firme	—	Cota de três a oito metros acima do nível médio das marés. A terra firme, no seu ponto de contato com a área inundável, ora apresenta um barranco íngreme, de transição brusca, ora um plano inclinado de desnível suave, não sendo possível desconsiderar variações locais (LIMA, 2000).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Moreira (1976), CODEM (1986) e Lima (2000).

Resultados e discussão

Antropogeomorfologia na bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN)

Os níveis de baixos terraços que variam de 4 a 20 m de altitude, constituíram antigas planícies de inundação formadas no Plio-Pleistoceno e que deixaram de ser colmatadas pelos sedimentos fluviais a partir das flutuações gradativas do nível do mar até atingir o nível atual, transformando-se nos diversos degraus de erosão capeados por crostas lateríticas.

A fraca dissecação ocorrida no Nordeste Paraense insere a cidade de Belém em uma área topograficamente baixa (figura 2), com o mais baixo dos níveis regionais de terras-firmes da Amazônia brasileira.

Processos geomorfológicos com gênese em ações humanas, associados a morfologia existente ou natural são relatados em Barbosa; Furrier (2017) e Peloggia, et. al. (2017) e tais gêneses, ao modificarem o relevo expõem a população ao risco de inundação como apontado por Monteiro Neto, et al. (2019) e Von Paumgarten; Maués; Rocha (2021) e Ferentz; Garcias (2020).

A semelhança do ocorre na cidade de Belém, Rodrigues; Costa (2019) relatam que as condições de bases naturais atreladas ao uso do solo urbano podem interferir na dinâmica hidrológica e geomorfológica da bacia hidrográfica. Essa condição implica na necessidade de ações de intervenção que visem à proteção destas áreas naturalmente mais frágeis.

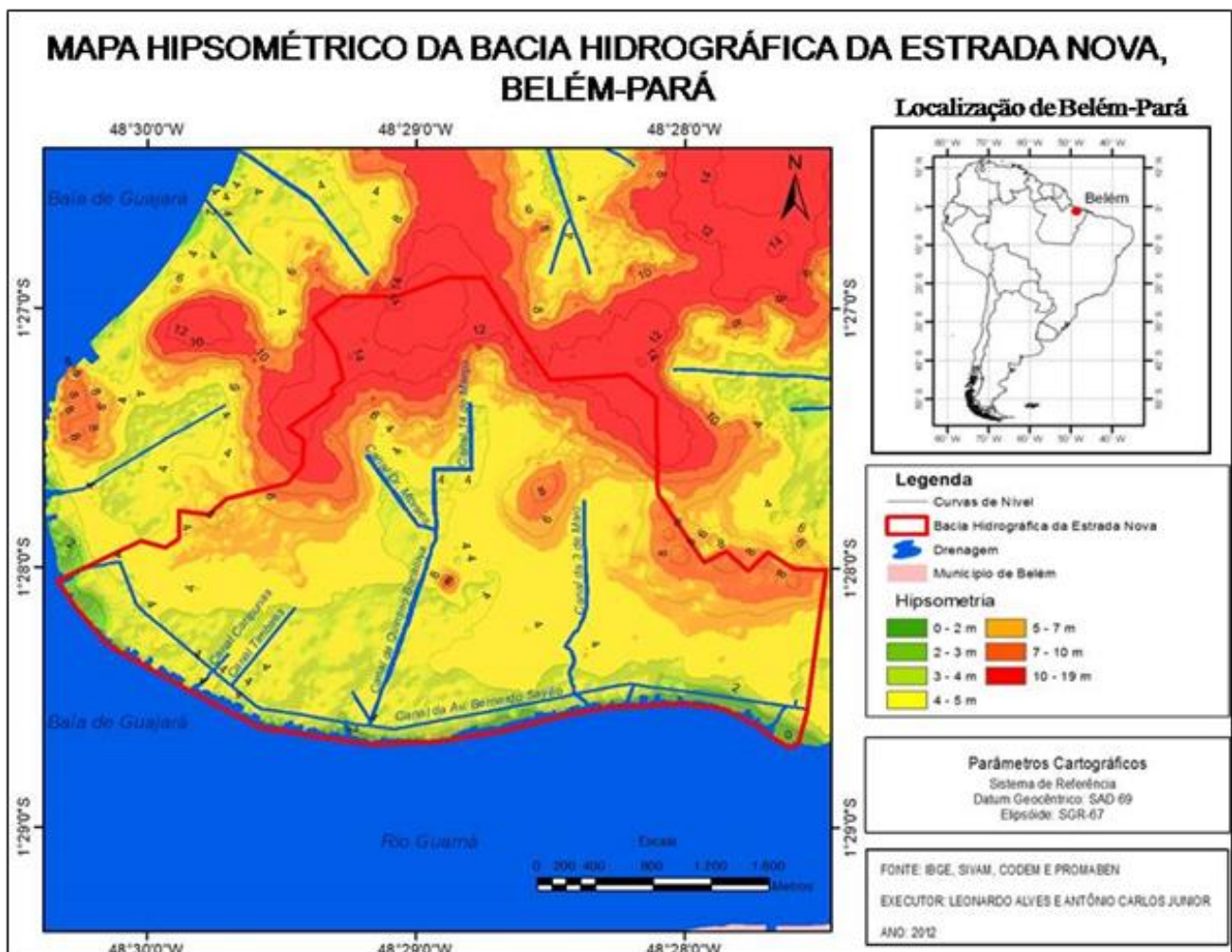


Figura 2: Hipsometria da área de estudo.

A geomorfologia da BHEN com baixos patamares altimétricos caracteriza-se por três formas: (i) tabuleiro, (ii) terraço e (iii) planície as quais foram representadas no mapa da figura 3 abaixo.

A compartimentação geomorfológica da área é fator preponderante para efeitos retentivos e estagnantes das águas das marés (figura 4), as quais em convergência com águas pluviais potencializam fenômenos relacionados a inundações e alagamentos.

Frutuoso; Grigio; Barros (2020); Queiroz; Alves; Batista (2020); Quinteiros; Santana (2020); Mohanty; Mudgil; Karmakar, (2020) Xiao; Li; Guo (2021); Bosseler et al. (2021), apontam em diferentes contextos como as inundações se fazem presentes no espaço geográfico e podem afetar diferentes áreas e estruturas, sendo que, sobremaneira, como destacado por Spink (2018), as áreas periféricas somam a maioria das áreas afetadas por problemáticas relativas a riscos ocasionados por fatores “naturais”, como inundações e deslizamentos.

Tais áreas são o foco destas problemáticas, em sua maioria, por serem áreas impróprias para uso do solo e ocupação urbana, além de, ao serem ocupadas, recebem pouco ou nenhuma infraestrutura para implantação e/ou consolidação de quaisquer atividades humanas com a segurança devida, ou seja, com baixa probabilidade de serem acometidas por fenômenos naturais nocivos.

O somatório de áreas sem planejamento para serem ocupadas com terrenos geomorfologicamente impróprios para ocupação, devido instabilidade de elementos físicos-naturais, no caso de Belém, terrenos rebaixados e fenômenos das marés, ocasiona a gênese e/ou intensificação de áreas de risco, sendo necessário avaliar elementos socioeconômicos e biofísicos com um mesmo peso de análise, pois o consorciamento destes dois elementos e que orientam as transformações no espaço geográfico.

As marés registradas adentram os cursos d'água e inundam as planícies urbanizadas, tendo seus efeitos localizados por conta da densa ocupação e de processos de intervenção associados à retificação de canais, impermeabilização do solo, retirada da cobertura vegetal, aterros e canalizações (figuras 5).

Os fatores físicos elencados associados ao processo de apropriação, uso e ocupação da bacia hidrográfica da Estrada Nova (BHEN) transformaram profundamente esta bacia. O perfil longitudinal do canal 3 de Maio denota que desde sua desembocadura retificações, retirada da cobertura vegetal, abertura de vias de acesso e canalizações integram e conformam a paisagem da BHEN, criando nos forma espaciais, as quais passam a compor a paisagem.

A análise do perfil longitudinal do canal Timbiras revela uma dinâmica urbana mais agressiva, a qual não considera os fatores físicos como integrantes do processo de planejamento urbano. Esta afirmação é feita devido à canalização (por meio de galerias) e aterramento do curso d'água Timbiras, para urbanização (asfaltamento e calçamento em concreto) com retirada massiva da cobertura vegetal. Enfatiza-se ainda o fato da densa ocupação humana sobre o curso d'água as proximidades de sua desembocadura, na qual está presente um porto improvisado, servindo de saída para pescadores no período de preamar.

A geomorfologia dos canais da BHEN foi drasticamente alterada e principalmente a impermeabilização do solo (produto final) e fator potencializador de escoamentos superficiais mais intensos, os quais levam grandes volumes de água para os canais que devido a estreitamento não conseguem suportar tais quantidades, acabando por transbordar, inundando e alagando áreas da bacia.

As obras desenvolvidas na BHEN têm como um de seus objetivos sanar problemas relacionados a inundações, no entanto, as intervenções que ocorrem sobre os canais ao não considerar suas dinâmicas naturais e os elementos físicos que as compõem, acabam apenas deslocando fenômenos, como as inundações, ou seja, áreas que não apresentam esta ocorrência passam a tê-las, por conta da não consideração compartimentada da bacia hidrográfica.

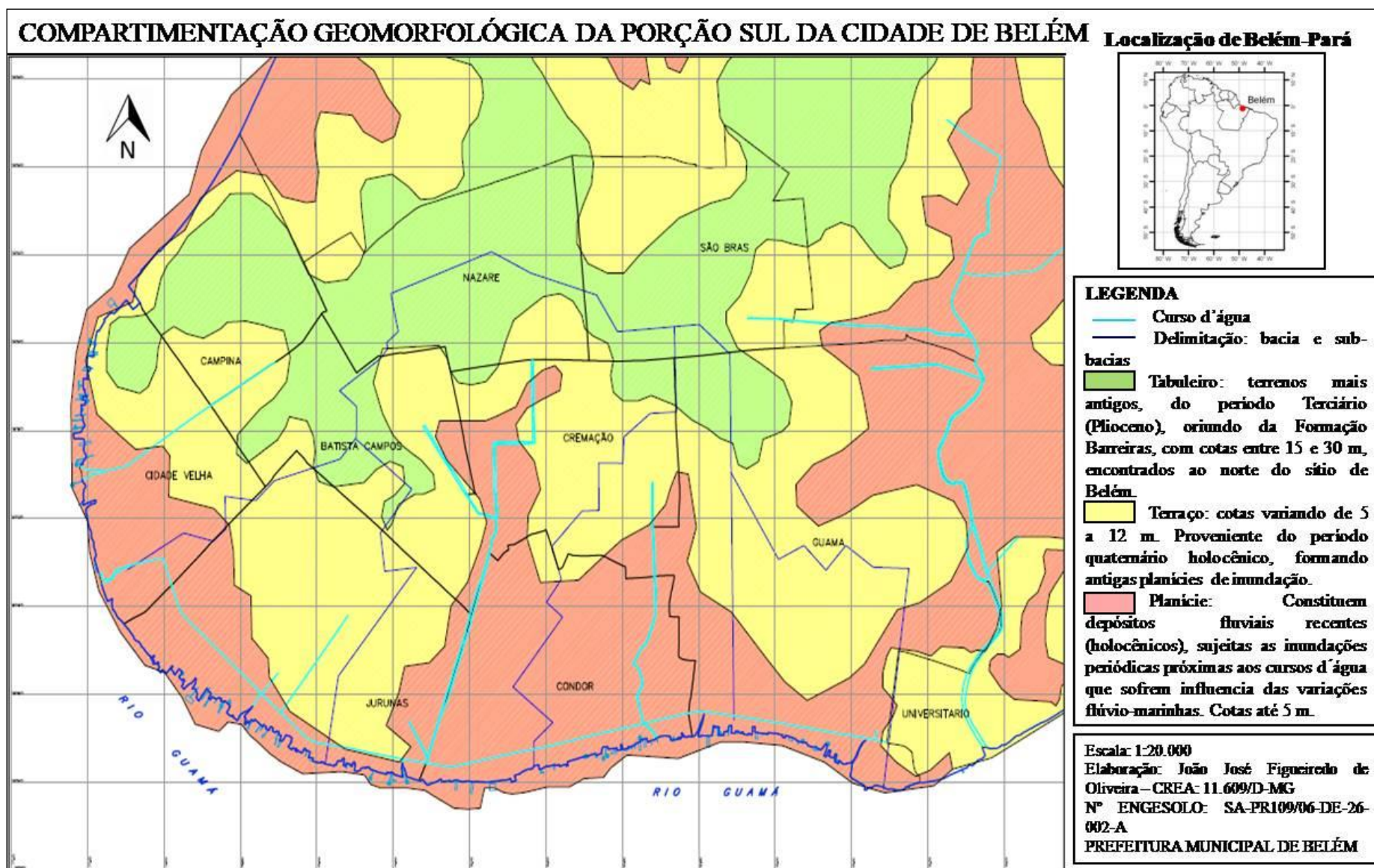


Figura 3: Compartimentação geomorfológica da área de estudo

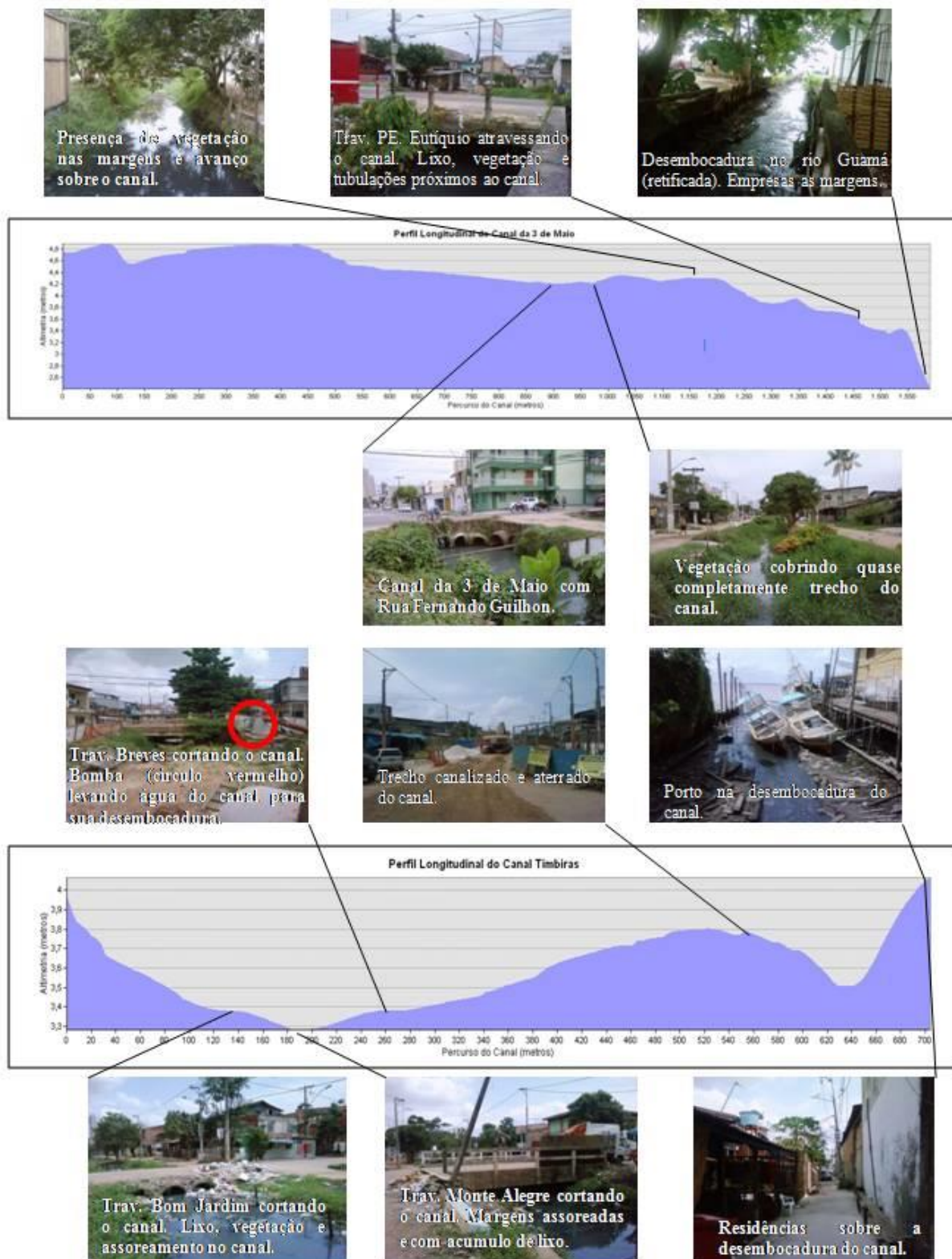


Figura 4: Gráfico das marés previstas para a cidade de Belém de 2005 a 2013. Fonte: DHN, CHM, BNDO.
 Figura 5 – Perfis e alteração nos canais localizados na Bacia Hidrográfica da Estrada Nova.

No atual estágio de intervenções na BHEN, as obras estão concentradas em seus baixos cursos, sendo isto uma preocupação, pois nos períodos de intensa pluviosidade, entre os

meses de dezembro a maio, os quais coincidem com marés altas as intervenções pontuais na bacia hidrográfica tem reflexo sobre toda a bacia hidrográfica, a qual tem sua capacidade de

escoamento diminuída e assim são gerados pontos de alagamento, destacando ainda que não necessariamente precisa chover para que haja alagamento (figura 6).



Figura 6: Maré de sizígia do dia 21/03/2011 em área adjacente ao canal João de Deus, na Avenida/Canal Bernardo Sayão, com elevação da maré 3,8 m. Fonte: o autor e Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); Centro de Hidrografia da Marinha (CHM); Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO).

As intervenções humanas sobre a BHEN possibilitaram a ocupação de suas várzeas (baixa e alta), com aterro massivo dos igapós e a construção de um dique, o qual hoje é a própria Avenida Bernardo Sayão foi facilitador deste processo. Todavia, estas tipologias geomorfológicas, características da região amazônica foram desconsideradas, havendo unicamente sua “supressão” para que o uso e ocupação fossem possíveis.

No entanto, mesmo com a criação desta antropogeomorfologia na BHEN, as dinâmicas naturais das marés e grandes quantidades pluviométricas não cessaram, e ainda causam transtornos para a população, a qual todos os anos têm perdas materiais e estão expostas a doenças de veiculação hídrica devido a ineficiência do esgotamento sanitário em determinados períodos do ano.

Os compartimentos geomorfológicos da cidade de Belém (planície, terraço e tabuleiro) não foram tomados em conta durante o processo inicial de ocupação da cidade, sendo as planícies (áreas de até 5 metros) densamente ocupadas com avanço e presença social significativa sobre os

cursos d’água, sendo em alguns pontos distando menos de 10 metros.

Assim, o quadro apresentado mostra que há um descompasso entre as intervenções humanas e a geomorfologia da BHEN, a qual não foi considerada para fins de planejamento urbano, tendo suas formas alteradas dando origem a uma antropogeomorfologia, deslocando dinâmicas a exemplo das inundações e em muitos casos potencializa a ocorrência de alagamentos, por dificultar a passagem da água e facilitar seu acúmulo.

Conclusões

O quadro geomorfológico amazônico é composto de formas peculiares, a exemplo das planícies, as quais em seu processo histórico de ocupação tem seus usos otimizados exatamente por sua proximidade com os cursos d’água. Para tanto, a necessidade de ocupar espaços acirrou o quadro de ocupações humanas, transformando áreas impróprias para habitação humana em áreas de instalação e crescimento urbano.

A cidade de Belém como importante entreposto comercial foi palco desta dinâmica, desde sua fundação em 1616 e a partir da década de 1940 viu seus espaços de uso e ocupação reduzidos, tendo como alternativa ocupar áreas geomorfológicamente instáveis, várzeas e igapós, sendo isto viabilizado através da construção de um Dique e do aterramento de extensas áreas.

Todavia, não se nota neste processo de ocupação relação entre dinâmicas biofísicas da bacia Hidrográfica da Estrada Nova (BHEN) e a dinâmica de construção e consolidação urbana da cidade de Belém.

Há nítida intervenção do poder público sobre a BHEN, com retificação de canais, canalização e aterros de várzeas e igapós, ou seja, formas e processos produzidos/induzidos para fins sociais na BHEN na cidade de Belém (PA). No entanto, as intervenções de ordem estrutural não consideram as dinâmicas hidroclimáticas da região belenense, dentre as quais destaca-se as marés, a pluviosidade e a geomorfologia.

A geomorfologia alterada pela ação humana, que no primeiro momento possibilita o uso e a ocupação do espaço, potencializa processos naturais, nesta bacia hidrográfica fala-se das inundações e dos alagamentos, as quais por possuir seus leitos menores e maiores ocupados, geram alto risco de inundação, principalmente para os habitantes localizados nas proximidades dos cursos d’água.

O planejamento ambiental da BHEN não considera as variáveis físicas atreladas as variáveis sociais, uma vez que as obras de adequação para uso e ocupação urbano consideram as variáveis desconexas temporalmente no espaço. Esta afirmação é feita devido a variável maré tem seus níveis alterados, extrapolando os índices médios em eventos conhecidos como marés de sizígia.

Um planejamento adequado deve prever as variáveis físicas como parte essencial do uso e da ocupação do espaço urbano, uma vez que a dinâmica natural impacta diretamente a sociedade, com perdas materiais e humanas associadas principalmente as inundações. Assim, o ambiental, entendido a partir da inter-relação físico-social vislumbra na BHEN uma antropogeomorfologia descontextualizada das dinâmicas naturais da região na qual esta bacia hidrográfica está inserida.

A antropogeomorfologia no espaço urbano é um caminho de apropriação espacial para adequação de usos diversos, no entanto, para que haja um planejamento ambiental efetivo, alterações humanas no espaço físico devem estar atreladas a dinâmica natural, para que ao dar gênese a espaços “utilizáveis/ocupáveis” não potencialize fenômenos danosos a sociedade.

Desta forma, a análise integrada de fatores socioeconômicos e biofísicos no processo de planejamento e gestão do uso do solo para ocupação urbana é viável para a presente área de estudo, pois tem-se o conhecimento das respectivas variáveis que em conjunto podem minorar impactos ambientais negativos (como inundações) e dar melhor qualidade de vida a população que habita este espaço geográfico na cidade de Belém.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Referências

- Ab'sáber, A. N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. 160 p.
- Almeida, W. P.; Silva, E. C. N.; Santos, C. A. M. 2020. O antropoceno registrado: estudo de caso da classificação de terreno tecnogênico por imagem orbital. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 22, 102-121.
- Araújo, A. S. et al. 2020. Percepção de risco dos moradores de área com inundações recorrentes: análise nos bairros da baixada do Sobral - Rio Branco/AC. *UÁQUIRI*, 2, 61-79.
- Araújo, W. R.; Santos, C. A. M. 2020. Percepção ao risco de inundação em Rondonópolis - MT. *Biodiversidade* -19, 107 - 122.
- Araújo Júnior, A. C. R.; Barbosa, E. J. S. 2010. A estrada e a paisagem: como a antropização atua sobre o relevo (um ensaio de Geomorfologia Ambiental). In: XVI Encontro nacional de geógrafos, 16., 2010, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: AGB. p. 1 – 1. ISBN: 978.85-99-90702-3.
- Araújo Júnior, A. C. R.; Tavares Júnior, S. S. 2020. Analytic Hierarchy Process (AHP): uma definição do risco à inundação para a Amazônia Setentrional. *ACTA Geográfica*, 14, 209-233.
- Barbosa, T. S.; Furrier, M. 2017. A Geomorfologia antropogênica e a relação uso da terra com o risco geológico no município de João Pessoa - PB. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 18, 169 - 184.
- Barbosa, T.; Furrier, M.; Souza, A. 2018. Antropogeomorfologia do município de Cabedelo – Paraíba, Brasil. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)*, 59-83.
- Bernhofen, M. V. et al. 2021. Global flood exposure from different sized rivers. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 2829 - 2847.
- Bosseler, B. et al. 2021. Living with Urban Flooding: A Continuous Learning Process for Local Municipalities and Lessons Learnt from the 2021 Events in Germany. *Water*, 13, 1 19.
- Botelho, R. G. M. 2012. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. – 8ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 269 – 300 p.
- _____. 2011. Bacias hidrográficas urbanas. In: Guerra, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia Urbana*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 71 - 116.
- Botelho, R. G. M.; Silva, A. S. 2012. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: Vitte, A. C.; Guerra, A. J. T. (Org.). *Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. – 6ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 153 – 192.
- Camargo, L. H. R. 2003. Geografia, Epistemologia e Método da Complexidade. *Revista Sociedade e Natureza*. 14, 133-150.
- Canil, K.; Lampis, A.; Santos, K. L. S. 2020. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na

- macrometrópole paulista Cad. Metrop., São Paulo, 397 - 416.
- Christofoletti, A. 2008. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da. (Org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 8ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 365-439.
- Claudino-Sales, V. 2020. A urgência do antropoceno. Revista de Geociências do Nordeste, 6, 213 - 222.
- CODEM. 1986. Projeto de recuperação das baixadas de Belém. Resumo mimeografado. Belém. Publicação CODEM, nº 1, 90p.
- Cunha, S. B. (2009a). Bacias hidrográficas. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Org.). Geomorfologia do Brasil. – 5ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 229-272.
- _____. 2009b. Canais fluviais e a questão ambiental. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Org.). A questão ambiental: diferentes abordagens. – 5ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 219-238.
- Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Org.). 2009. A questão ambiental: diferentes abordagens. – 5ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 250p.
- Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. 2003. Degradação Ambiental. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. (orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 4ª ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 337-380.
- Felds, E. 1958. Geomorfologia Antropogenética. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, 16, 352-357.
- Ferentz, L. M. S.; Garcias, C. M. 2020. Evolução histórica da gestão de riscos e desastres às inundações em União da Vitória, Estado do Paraná. Revista Videre, 12, 179 a 200.
- Ferreira, C. F. 1995. Produção do espaço urbano e degradação ambiental: um estudo sobre a várzea do Igarapé do Tucunduba (Belém - Pa). Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 160
- Frutuoso, G. K. C.; Grigio, A. M.; Barros, T. C. A. N. 2020. Inundações urbanas: um olhar para o planejamento urbano na revisão do plano diretor de Assú - RN, Brasil. Revista Nacional de Gerenciamento de cidade, 8, 118 - 134.
- Furtado, A. M. M. 1980. A importância da geomorfologia no planejamento urbano. Belém, Instituto do Desenvolvimento Econômico e Social do Pará (IDESP). Coordenadoria de Documentação e Informação.
- Guerra, A. T.; Guerra, A. J. T. 2009. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Editora: Bertrand Brasil. 650p.
- INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO PARÁ (IDESP). 1990. Belém: estudo ambiental do Estuário Guajará. Relatórios de Pesquisa. Publicação IDESP nº 17, 112p.
- Jorge, M. C. O.; Guerra, A. J. T.; A bacia hidrográfica: compreendendo o rio para entender a dinâmica das enchentes e inundações. In: Cardoso, C.; Silva, M. S.; Guerra, A. J. T. (orgs.). Geografia e os riscos socioambientais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 25 – 44 p.
- Latour, B. Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno. 2020. Rio de Janeiro: Bazar do tempo. 160 p.
- Lima, W. P.; Zakia M. J. B. 2000. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues; R. R.; Leitão Filho; H. F. (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. Editora da Universidade de São Paulo: São Paulo: p.33-43.
- Lima, H. N. S. 2004. Estudo da conceituação e implementação de vias sanitárias em Belém: o caso da bacia de drenagem da Estrada Nova. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. 128p.
- Luz, R. A.; Rodrigues, C. 2020. O processo histórico de ocupação e de ocorrência de enchentes na planície fluvial do rio Pinheiros de 1930 até os dias atuais. Geosp – Espaço e Tempo (On-line), 24, 340-360.
- Mohanty, M. P.; Mudgil, S.; Karmakar, S. 2020. Flood management in India: A focussed review on the current status and future challenges. International Journal of Disaster Risk Reduction, 49, 1 - 13.
- Monteiro Neto, A. et al. 2019. Evolução do número de moradias em áreas de risco na bacia do Tucunduba, Belém – Pará. Journal of Applied Hydro-Environment and Climate, 1, 58-68.
- Moreira, E. 1976. Os Igapós e seu aproveitamento, Belém: UFPA, cadernos do NAEA n. 2.
- Nascimento, F. R. 2006. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense. 340p.
- Nascimento, F. R.; Carvalho, O. 2003. Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta

- metodológica. *Revista Fluminense de Geografia*. Niterói. 2, 61-82.
- Njogu, H. W. 2021. Effects of floods on infrastructure users in Kenya. *Journal of Flood Risk Management*, [s.v.], n. 12746, p. 1 - 10.
- Oliveira, V. G. et al. 2021. Avaliação da transformação antropogênica de terreno público urbano no município de São Carlos-SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 22, 121-134.
- Peloggia, A. U. G. et. al. 2017. A expansão do estrato geológico urbano (arqueosfera) no leste do Estado de São Paulo: a relação entre história, Geografia, Geologia e arqueologia no antropoceno. *R. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 62, 25-52.
- Penteado, M. M. 1980. Fundamentos de Geomorfologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.
- Penteado, A. 1968. Belém: estudo de Geografia Urbana. Belém: Universidade Federal do Pará, vol. 2.
- Pinton, L. G. et. al. 2019. Inserção de Princípios da antropogeomorfologia no ensino médio: subsídios ao desenvolvimento da linguagem cartográfica e de concepções da geografia física. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 10, p. 61-71.
- Queiroz, M. S.; Alves, N. S.; Batista, S. P. M. 2020. Análise do Risco de Inundação no Igarapé do Mindu em Manaus - Amazonas. *Acta Geográfica*, 14, 216-231.
- Quinteiros, M. V. R.; Santana, E. J. M. 2020. Identificação de ameaças de inundação na região da Calha Norte - Estado do Pará - Amazônia. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, 6, 60739-60756.
- Rocha, G. M. 1987. Geomorfologia aplicada ao planejamento urbano: enchentes na área urbana de Belém-PA. Dissertação (Mestrado em Geografia), IGCE-UNESP: Rio Claro. 127 p.
- Rodrigues, C.; et. al. 2019. Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, V. 40, N. 1, P. 105-123.
- Rodrigues, T. F. Caracterização geomorfométrica de deslizamentos no alto curso da bacia do Igarapé do Mindú, Manaus (AM). In: Costa, R. C. (Org.). *Riscos, vulnerabilidades e condicionantes urbanos*. Jundiaí: Paco Editorial, 2019. 65 – 86 – p.
- Rodriguez, J. M. M.; Silva, E. V. 2001. Desenvolvimento local sustentável: Projeto de Educação Ambiental integrado em uma Favela. Primeiro Prêmio Petrobrás. Universidade Solidária: Fortaleza – CE.
- Rodriguez, J. M. M.; Silva, E. V.; Leal, A. C. 2011. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: Silva, E. V.; Rodríguez, J. M. M. e Meireles, A. J de A. (Org.). *Planejamento ambiental e bacias hidrográficas* (Tomo 1). Fortaleza: Edições UFC. p. 29-48.
- Santana, D. P. 2003. *Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Santos Filho, R. D. 2011. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T (Org). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 227-246.
- Shin, E. T. et al. 2021. Effectiveness of an adaptive flood management strategy using riparian risk assessment and a tolerability criterion. *Journal of Flood Risk Management*, [s.v.], 1 - 13.
- Silva, A. C.; Rangel, L. A. As potencialidade e dificuldades da abordagem de conteúdos geomorfológicos no Ensino Básico. In: Cardoso, C.; Silva, M. S.; Guerra, A. J. T. (orgs.). *Geografia e os riscos socioambientais*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 79 – 96
- Silva, M. M.; Lupinacci, C. M. 2021. Análise das alterações antropogeomorfológicas na Bacia do Rio Cabeça (SP) a partir do uso de geoindicadores. *Revista GEOgrafias*, 29, 1 - 22.
- Silva, S. L. A.; Martins, M. H. M.; Spink, M. J. P. 2020. Percepção e hierarquia de riscos de inundação recorrente em área urbana regularizada: uma análise discursiva. *Saúde Debate*. 44, 202 - 213.
- Sousa, M. L. M.; Nascimento, F. R. 2015. Estudos geoambientais de bacias hidrográficas em áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil. *Cuadernos de geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 24, 13-27, 2015.
- Spink, M. J. P. Viver em áreas de risco: reflexões sobre vulnerabilidades socioambientais. São Paulo: EDUC: Terceiro nome, 2018. 230 p.
- Teodoro, V. L. I.; Teixeira, D.; Costa, D. J. L.; Fuller, B. B. 2007. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, 20, 137-156.
- Trindade Júnior. S. C. C. 1997. *Produção do espaço e uso do solo em Belém (PA)*. Belém: Universidade Federal do Pará/NAEA.
- Veiga, J. E. 2019. *O antropoceno e a ciência do sistema Terra*. São Paulo: Editora 34, 152 p.
- Vieira, V. T.; Cunha, S. B. 2012. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*.

– 9ª ed. – Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: p. 111-145.

_____. 2008. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do Rio Paquequer, Teresópolis – RJ (1997/98 – 2001). Revista Brasileira de Geomorfologia, 9, 3-22.

Xiao, S.; Li, N.; Guo, X. 2021. Analysis of flood impacts on masonry structures and mitigation measures. Journal of Flood Risk Management, 4, 1 – 19.