



REVISTA
Casa da
GEOGRAFIA
de Sobral
ISSN 2316-8056

A EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE ASSÚ/RN E AS CIRCUNSTÂNCIAS DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DOS CURSOS D'ÁGUA FRENTE AO PLANEJAMENTO URBANO LOCAL

The expansion of allotments in Assú/RN: the circumstances of water courses in front of local urban planning

La ampliación de lotes en Assú/RN: las circunstancias de los cursos de agua frente al urbanismo local

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v25.948>

Joshuá Davinci Nunes Rocha¹

Josiel de Alencar Guedes²

Andreza Tacyana Felix Carvalho³

Histórico do Artigo:

Recebido em 17 de junho de 2023

Aceito em 30 de dezembro de 2023

Publicado em 29 de janeiro de 2024

RESUMO

O processo desordenado de urbanização no Brasil vem gerando problemas de inundações e alagamentos nas cidades, especialmente nas áreas margeantes e sob os cursos d'água. Em Assú, município potiguar localizado no Semiárido nordestino, os cursos d'água intermitentes vem sendo transformados a partir do processo de expansão urbana, com isso, tornando-se cenário de discussões a partir dessa interligação entre expansão urbana e recursos hídricos. Nesse sentido, essa pesquisa busca discutir diretrizes ambientais e de planejamento territorial para o uso e preservação dos cursos d'água na zona urbana de Assú, tendo como objetos de observação, quatro microbacias hidrográficas mais densamente ocupadas pelo processo de urbanização. Portanto, fundamenta-se a partir de uma revisão bibliográfica e documental, tendo como base o Plano Diretor Municipal (Lei complementar N° 015/06), a Lei N° 12.651/2012, a Lei N° 6.766/1979 e a Lei N° 14.285/2021; uso de imagens de satélite trabalhados no ambiente SIG e por fim, a pesquisa de campo para identificar, reconhecer os canais fluviais e registrar os canais fluviais. Os resultados demonstram a partir do Plano Diretor Municipal (Lei complementar N° 015/06) e com o Código Florestal (Lei N° 12.651/2012) que as microbacias hidrográficas observadas na área urbana de Assú apresentam características de uso e cobertura do solo que não estão alinhadas com o Plano Diretor e com o Código Florestal no que trata às áreas de

¹ Professor Substituto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).


Email: joshuadavinci@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5055-6507>

² Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UFRN). Email: josielguedes@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0001-6436-563X>

³ Professora da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UFRN). Email: andrezafelix@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6642-3802>

preservação permanente, contribuindo com os problemas atuais de enchentes, alagamentos e inundações locais.

Palavras chaves: Diretrizes ambientais; Cidade; Microbacias; Uso e Cobertura; Geoprocessamento.

ABSTRACT

The disorderly urbanization process in Brazil has been causing issues with floods and inundations in cities, especially in areas adjacent to watercourses. In Assú, a municipality located in the northeastern Semi-Arid region, intermittent watercourses are also undergoing transformation due to the urban expansion process, becoming a scenario for discussions about the interconnection between urban expansion and water resources. In this context, this research aims to discuss environmental and territorial planning guidelines for the use and preservation of watercourses in the urban area of Assú. The focus of observation includes four hydrographic microbasins that are more densely occupied by the urbanization process. Therefore, it is based on a bibliographic and documentary review, taking into account the Municipal Master Plan (Complementary Law No. 015/06), Law No. 12.651/2012, Law No. 6.766/1979, and Law No. 14.285/2021; the use of satellite images processed in a GIS environment; and finally, field research to identify and record the river channels. The results demonstrate that the micro-watersheds observed in the urban area of Assú, according to the Municipal Master Plan (Complementary Law No. 015/06) and the Forest Code (Law No. 12.651/2012), exhibit land use and land cover characteristics that are not aligned with the Master Plan and the Forest Code regarding permanent preservation areas, contributing to the current problems of local floods and waterlogging.

Keywords: Environmental guidelines; City; Micro-watersheds; Land use and cover; Geoprocessing.

RESUMÉN

El desordenado proceso de urbanización en Brasil ha estado generando problemas de inundaciones y anegamientos en las ciudades, especialmente en áreas adyacentes a los cursos de agua. En Assú, un municipio ubicado en la región semiárida del noreste, los cursos de agua intermitentes también están experimentando transformaciones debido al proceso de expansión urbana, convirtiéndose así en escenario de discusiones sobre la interconexión entre la expansión urbana y los recursos hídricos. En este sentido, esta investigación busca discutir pautas ambientales y de planificación territorial para el uso y preservación de los cursos de agua en la zona urbana de Assú. El enfoque de observación incluye cuatro microcuencas hidrográficas más densamente ocupadas por el proceso de urbanización. Por lo tanto, se fundamenta en una revisión bibliográfica y documental, teniendo como base el Plan Director Municipal (Ley complementaria N° 015/06), la Ley N° 12.651/2012, la Ley N° 6.766/1979 y la Ley N° 14.285/2021; el uso de imágenes satelitales procesadas en un entorno SIG y, finalmente, la investigación de campo para identificar y registrar los canales fluviales. Los resultados demuestran que las microcuencas hidrográficas observadas en el área urbana de Assú, según el Plan Director Municipal (Ley complementaria N° 015/06) y el Código Forestal (Ley N° 12.651/2012), presentan características de uso y cobertura del suelo que no están alineadas con el Plan Director y el Código Forestal en lo que respecta a las áreas de preservación permanente, lo que contribuye a los problemas actuales de inundaciones y anegamientos locales.

Palabras clave: Directrices ambientales; Ciudad; Microcuencas; Uso y Cobertura; Geoprociamiento.

INTRODUÇÃO

A sociedade frequentemente modifica a morfologia dos rios para atingir seus objetivos, visando a preservação da saúde e o bem-estar da sociedade (CARVALHO, 2003). No entanto, essas mudanças nos intersegmentos da formação do espaço têm causado desequilíbrio nos sistemas terrestres devido a ocupações em áreas impróprias e irregulares em bacias hidrográficas urbanizadas (CHRISTOFOLETTI, 1994; COSTA, 2019).

Segundo Costa (2019, p.21) a concentração urbana brasileira “[...] ocorreu de forma mais adensada ao longo dos canais fluviais, motivo a princípio atribuído pela facilidade na utilização da água

para todos os fins e, também, como meio de locomoção entre um lugar e outro”. Corroborando a isso, Bandeira, Nunes e Lima (2016), bem como, Kashyap e Mahanta (2018) e Di Gregorio & Couto (2019) explicitam que a ocupação dessas áreas de planícies de inundações, resulta sobretudo da falta de planejamento e controle da expansão das cidades, culminando dessa maneira numa maior frequências e exposição da sociedade a desastres socionaturais.

Sobre isso destaca-se que, conforme Santana, Souza e Cunha (2018, p.168) “a urbanização promove profundas mudanças na paisagem, quando analisadas a níveis de bacia hidrográfica pode-se compreender a magnitude dos seus efeitos no meio físico, especialmente em bacias onde a presença das cidades é representativa”. Tucci (2007), Guedes (2020), Rocha, Carvalho e Guedes (2021) ampliam essa discussão ao indicar que essas mudanças sobre a paisagem podem ocorrer por conta da exploração dos recursos naturais, no qual acabam alterando o solo e contaminando a água devido a fontes difusas, advindo de residências e indústrias, a partir de resíduos sólidos e líquidos.

Nesse entendimento, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos problematizando os impactos negativos ocasionados pelos crescentes processos de urbanização em bacias hidrográficas, impactando física e biologicamente os cursos fluviais e suas dinâmicas, como por exemplo: Carvalho (2004; 2011); Amaral, Ribeiro (2009); Jorge (2011); Oliveira, Vestena (2012); Girão, Corrêa (2015); Queiroz, Freitas, Guedes (2018); Jorge, Guerra (2020); Carvalho (2020); Frutuoso (2020); Canil, Lapis e Santos (2020); Rocha, Carvalho, Guedes (2021); Braga (2022). No entanto, apesar dos constantes esforços para contribuir com o entendimento a essa temática, o que se observa são as complexidades que envolvem os processos de expansão das cidades no âmbito da dinâmica das bacias hidrográficas, quanto aos usos e cobertura das margens e em calhas de canais fluviais, especialmente quando se tratam daquelas bacias hidrográficas com seus cursos d’água de regime intermitente (COSTIGAN *et al.* (2016); VIEIRA; CUNHA (2018); JORGE; GUERRA (2020)).

No Brasil, de acordo com a Lei n° 6.766 de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), a Lei n° 10.257 de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), a Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), as situações de uso urbano e cobertura das margens e calhas dos rios hoje são irregulares, pois de acordo com a Lei n° 12.651/2012, as margens de cursos d’água permanentes ou intermitentes, com exceção do regime efêmero, são considerados de Área de Preservação Permanentes (APP).

Os usos e cobertura, ao desconsiderar os parâmetros regulamentares estabelecidos pelas leis para o planejamento urbano e ambiental referentes à preservação de ambientes aquáticos, têm gerado impactos negativos na dinâmica hidrológica. Essa falta de conformidade resulta em alterações na morfologia fluvial, afetando também os componentes químicos e biológicos desses ambientes, dada a

fragilidade de suas características ecossistêmicas. (OLIVEIRA, RECKZIEGEL, ROBAINA, 2006; CUNHA, 2008, 2010; AGUIAR, ROSESTOLATO FILHO, 2012; CAPILÉ, 2016).

Seguindo esse raciocínio, tais intervenções alteram tanto o ciclo hidrológico quanto o escoamento superficial, devido ao rearranjo estrutural do relevo e cobertura vegetal, ocasionando assim, a alteração da interceptação das chuvas relativa à redução de áreas verdes, impermeabilização do solo, por pisos, telhados, ruas e compactação do solo e no trato sobre o escoamento superficial. Essas modificações ocasionam o aumento do volume e redução do tempo de escoamento superficial, no qual corrobora para maior frequência de erosão e o aumento do pico das cheias, advindo do aumento do fluxo, concentração e aceleração da água precipitada (TUCCI, 2001; STEVAUX, LATRUBESSE, 2017; TAVEIRA, 2018; HEIDARI et al., 2021; BRAGA, 2022).

Por causa desse fenômeno, que ocorre quando cidades e rios se cruzam, a construção e manutenção de projetos e plantas residenciais que incluem sistemas de gerenciamento de esgoto são extremamente complexos. Isso porque, além dos elementos e características naturais presentes na paisagem circundante, cada ambiente possui uma relação complexa com a sociedade, sendo necessária a adequação de cada medida de intervenção (COSTA, 2019, DI GREGORIO, COUTO, 2019; FERREIRA, 2019).

Os cursos d'água de regime intermitentes, em áreas urbanas podem passar por uma série de desafios e problemas, pois esses rios, com seus períodos alternados de vazão e seca, representam uma incerteza hidrológica que impacta diretamente no planejamento e na gestão das cidades. Além disso, rios intermitentes podem ser fontes de inundações persistentes durante chuvas intensas, causando danos materiais e ameaças à segurança das comunidades próximas (TUCCI, 2007; STEVAUX, LATRUBESSE, 2017; DI GREGORIO, COUTO, 2019). Assim, a gestão fluvial requer abordagens que considerem tanto os aspectos hidrológicos e ambientais, quanto os impactos socioeconômicos, de forma a garantir a sustentabilidade e resiliência das áreas urbanas afetadas por esse fenômeno natural (TAVEIRA, 2018; CARVALHO, 2020; ROCHA, CARVALHO, GUEDES, 2021).

A área urbana do município de Assú apresenta em seus canais fluviais, repercussões das mudanças em suas margens e leitos. Nos últimos 27 anos (1995-2022), o município tem demonstrado um significativo crescimento urbano visto que, segundo Bezerra (2010), na década de 1990 a área urbana do município era composta apenas 10 bairros (Centro, São João, Farol, Vertentes, Frutilândia, Dom Elizeu, Janduís, Alto São Francisco, Novo Horizonte e Bela Vista) contando com uma população de 43.591 habitantes (IBGE, 1991) e, de acordo com o IBGE (2022) atualmente estima-se que o mesmo apresente cerca de 58.743 habitantes, com uma conjuntura atual de 17 bairros e um parque

industrial, sendo estes os anteriormente citados, acrescidos os bairros de Lagoa do Ferreiro, Vila Nova da Princesa, Feliz Assú, Vista Bela, Carnaubinha, João Paulo II e Irmã Lindalva.

Essa expansão urbana, efetuada de forma descontrolada refletiu diretamente em mudanças sobre a cobertura do solo, produzindo significativas alterações sobre o escoamento das águas superficiais, alteração na qualidade da água, o rebaixamento do relevo e com isso, o aumento dos casos de enchentes, alagamentos e inundações, como apontam Frutuoso (2020) e Rocha, Carvalho, Guedes (2021).

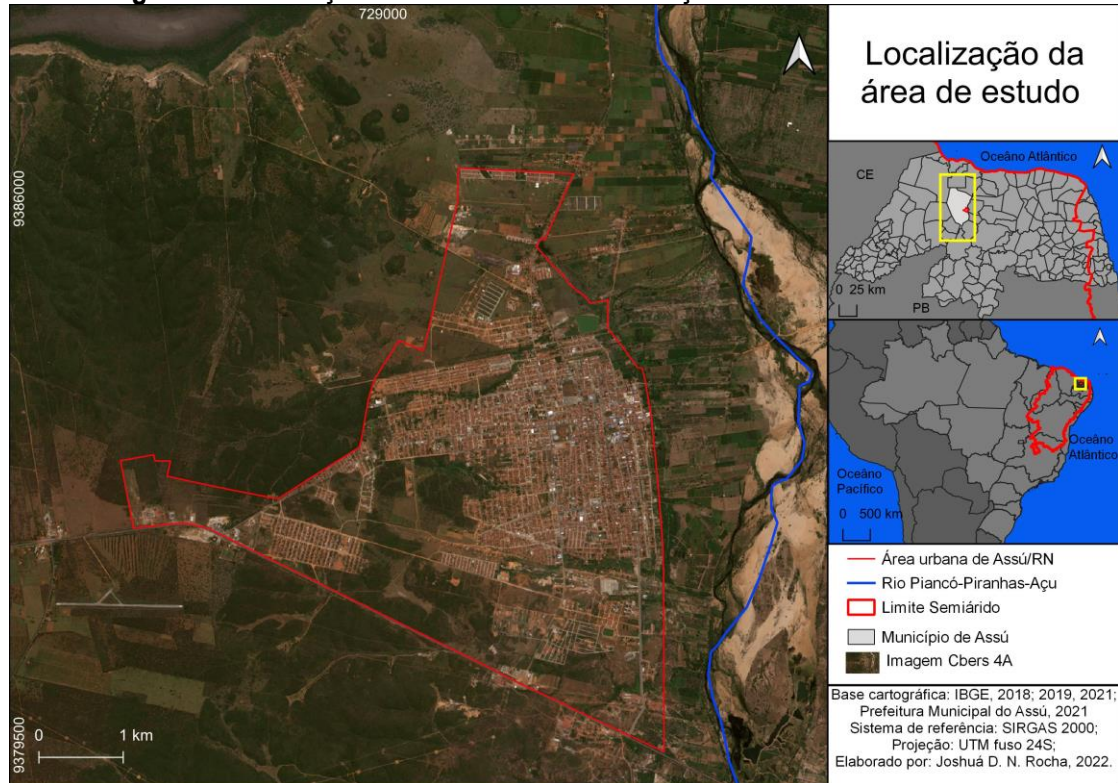
Deste modo, essa pesquisa busca discutir os instrumentos e diretrizes de ordem ambiental e de planejamento territorial quanto as suas considerações sobre o uso e conservação dos canais fluviais urbanos, apoiado aos usos e coberturas do solo às margens e sob os canais fluviais localizados na zona urbana do município de Assú/RN. A partir disso, espera-se compreender os desafios enfrentados em relação aos rios intermitentes, mas também identificar possíveis soluções e abordagens sustentáveis para a gestão dessas áreas entendendo as interações entre os canais fluviais urbanos e o contexto urbano, como algo fundamental para o planejamento e a gestão eficientes dessas áreas, visando a criação de ambientes mais resilientes e sustentáveis para as gerações futuras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A rede hidrográfica de Assú apresentam-se com seus cursos d'água de regime hídrico do tipo intermitentes e efêmeros, devido à cidade se apresentar inserida no clima semiárido nordestino, possuindo temperatura média de 28,1°C, com chuvas concentradas nos meses de março e abril e uma estação com menores valores pluviométricos entre os meses de agosto e outubro, caracterizando com isso um fator input hídrico anual baixo, médias pluviométricas inferiores a 700 mm e elevado índice de evapotranspiração (CPRM, 2005; EMPARN, 2022) (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo em relação ao Semiárido nordestino.

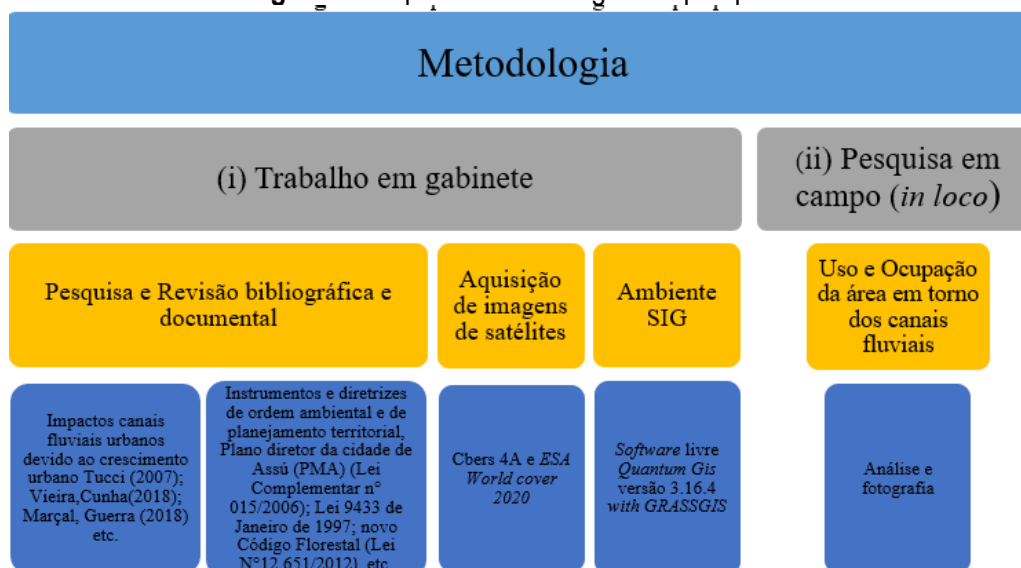


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Etapas procedimentais

Para obtenção dos resultados, essa pesquisa de caráter qualitativo foi desenvolvida em duas etapas procedimentais: (i) trabalho em gabinete e (ii) pesquisa em campo, conforme indicados na Figura 2.

Figura 2: Esquema metodológico da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Na pesquisa de gabinete, a revisão bibliográfica foi direcionada à construção de embasamento teórico-conceitual sobre o tema a fim de colaborar para a análise e discussões dos principais impactos acometidos em canais fluviais urbanos, problematizando o crescente processo de modificação da cobertura do solo a partir do processo de urbanização desordenada em bacias hidrográficas como por exemplo, Tucci (2007); Oliveira, Vestena (2012); Coelho (2018); Vieira, Cunha (2018); Marçal, Guerra (2018); Costa (2019); Ferreira (2019); Thouret (2019); Costa, Nascimento Junior, Frez (2020) e Jorge, Guerra (2020).

A respeito da pesquisa documental, foram analisados instrumentos de planejamento territorial em relação às suas considerações sobre o uso e conservação dos canais fluviais urbanos. Inicialmente, consultamos o Plano Diretor da cidade de Assú (PREFEITURA MUNICIPAL DE ASSU, 2006) e a Lei Orgânica do Município (PREFEITURA MUNICIPAL DE ASSU, 1990), buscando compreender a integração dos canais fluviais no planejamento urbano e as políticas de preservação dessas vias em áreas urbanas, conforme disposto nesses documentos.

Adicionalmente, foi observada a Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), direcionada ao manejo de recursos hídricos no âmbito nacional, e também o novo Código Florestal, instituído pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), especificamente no que diz respeito às áreas de preservação permanente em canais fluviais. Essa versão revisada substitui o anterior Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965).

Nesse contexto, se considerou ainda, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que estabelece parâmetros para preservação e educação ambiental e, a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), que define diretrizes gerais da política urbana, e a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que trata do parcelamento do solo urbano (BRASIL, 1979). Por fim, foi incorporada a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 (BRASIL, 2012), que versa sobre a proteção da vegetação nativa.

Com relação à aquisição de imagens de satélites foram selecionadas imagens do tipo Cbers 4A com a resolução espacial de 8 metros, disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); imagem *Digital Elevation Model* (DEM) com resolução espacial de 30 metros, disponibilizada gratuitamente no portal TOPODATA e dados sobre uso e cobertura para área urbana de Assú do ano de 2020 com resolução espacial de 10 metros, disponibilizada pela *ESA World cover*. Após a aquisição das imagens, as mesmas foram trabalhadas em formato Raster em ambiente SIG, utilizando o *Software* livre *Quantum Gis* versão 3.16.4 *with GRASSGIS* (QGIS 3.16.4 *Nightly*), objetivando classificar e examinar os usos e coberturas na área urbana.

Os dados obtidos através do portal *ESA World cover*, foram transformados em bases vetoriais, através do *r. to vector*, ferramenta nativa do Qgis, para que facilitasse o a manipulação dos dados afim

de atingir uma melhor acurácia dos resultados brutos disponibilizados. Para delimitação dos usos e coberturas no entorno dos canais fluviais, utilizou-se em ambiente SIG a metodologia aplicada por Paranhos Filho *et al.* (2016), que sugere a fotointerpretação de imagens de satélite como subsídio a análise dos impactos ambientais no meio geográfico e, para a classificação coroplética utilizou-se dos dados referentes ao manual técnico de uso da terra do IBGE (2013).

Na imagem DEM, para que fossem extraídos os canais fluviais e microbacias da área urbana de Assú, a mesma foi trabalhada em ambiente SIG, onde inicialmente foram realizadas as etapas de pré-processamento para realização das correções nos dados brutos obtidos através da imagem raster. Deste modo, foram realizadas sobre o DEM, os seguintes comandos: (*ifalse* ($a < 0,0$, *a*) na calculadora raster, para remoção de pixels negativos e vazios, e da expressão de Wang e Liu, para retirada pixels anómalos em ambiente SAGA GIS (*System for Automated Geocientific Analyses*).

Após esse pré-processamento, ainda em ambiente SAGA GIS, foi aplicada a ferramenta de análise de terreno (*Terrain Analysis – Channel*), sendo extraídos os canais fluviais e as microbacias de drenagens (*Channel Network and Drainage basins*). Os dados vetoriais resultantes destes processos foram trabalhados dentro do ambiente GRASS (*Geográfica Resources Analysis Support System*) para a retirada dos segmentos de fluxos e suavizar os contornos vetoriais extraídos (*r.to vect*), considerando a classificação de hierarquia fluvial de Strahler (1957).

A partir disso, foram escolhidas para a realização deste trabalho, as microbacias que apresentam a problemática em questão e que estão com valores iguais ou superiores a 50% de sua área urbanizada, adotando a regra de três simples entre porcentagem de área construída (IBGE, 2021) e área total da microbacia, sendo elas: Microbacia I obteve - 5% , Microbacia II - 5% , Microbacia III - 75%, Microbacia IV - 58%, Microbacia V - 52%, Microbacia VI - 71%, Microbacia VII - 16%, Microbacia VIII - 1%.

Para a delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) dos canais fluviais, foram utilizadas as orientações estabelecidas pelo Plano Diretor Municipal de Assú, conforme descrito na Lei Complementar N° 015, de 28 de dezembro de 2006. De acordo com essa legislação, fica estabelecida uma faixa de APP de 50 metros do ponto mais alto de inundação dos rios. Além disso, foram consideradas as disposições do Código Florestal Brasileiro, promulgado em 2012. De acordo com esse código, as APP dos canais dos rios devem ser delimitadas com base na leitura regular desses cursos d'água, também com uma faixa de 50 metros de largura.

Como resultado, a união desses dois referenciais legais, o Plano Diretor Municipal de Assú e o Código Florestal Brasileiro, definiu a área de preservação permanente ao longo da calha dos rios urbanos desta pesquisa. Essa área de APP, com 50 metros de extensão, visa garantir a proteção

ambiental desses cursos d'água, preservando as suas funções ecológicas, a biodiversidade e contribuindo para a manutenção da qualidade da água e do equilíbrio dos ecossistemas.

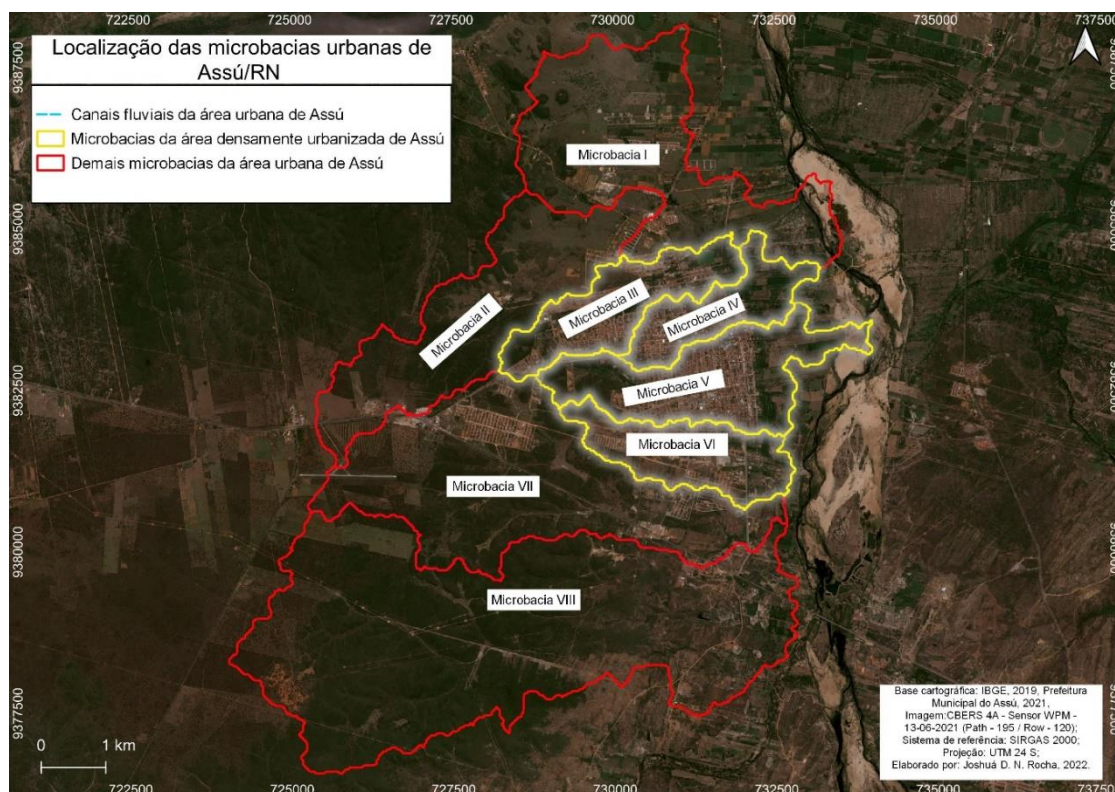
De modo que os perímetros de APP de 50 metros fossem garantidos e delimitados para os cursos d'água de 3ª ordem, utilizou-se uma média entre os dados do leito maior e leito regular coletados em campo durante a realização desta pesquisa, considerando o que foi analisado em campo e a realidade de acesso para coleta de dados. Foram geradas então, seguindo as duas definições de faixa de preservação, a média de 35,4 metros para o leito maior, e a média de 11,78 metros para leito regular. Com relação aos canais fluviais de 1º e 2º ordens, que compõe a rede de drenagem, foram consideradas os seus perímetros de 50 metros a partir das linhas dos cursos d'água gerados durante o processamento realizado na etapa de gabinete desta pesquisa. Essa ação deu-se uma vez que, os canais de 1º e 2º ordem no município de Assú, apresentam-se com acesso ou visibilidade inexistente na área urbana devido ao processo de canalização por galerias ou, aterramentos provenientes da cobertura do solo urbano em razão de edificações, asfaltamento ou pavimentação.

Por fim, na etapa de pesquisa em campo realizada em março de 2021 e outubro de 2022, foi direcionada à validação in locus das informações, adotou-se o procedimento de reconhecimento dos trajetos dos canais fluviais. Com isso, foi possível realizar a organização e sistematização do banco de dados da pesquisa em caráter contínuo, sendo realizada a descrição sumária dos trechos observados e registros fotográficos dos principais usos dos seus entornos, sendo constatado inclusive, como o fenômeno da urbanização nas áreas ao entorno dos canais fluviais tem se modificado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 4 microbacias, em destaque na cor amarela (Figura 3), possuem taxas de ocupação iguais ou superior a 50%, ordenadas levando em consideração sua direção norte/sul, elas compreendem a área total de 13,6 km², compostas por rede de drenagem de 35,8 km de extensão e distribuídas em 46 canais fluviais, todos de intermitentes e que variam em canais de 1º, 2º e 3º ordem.

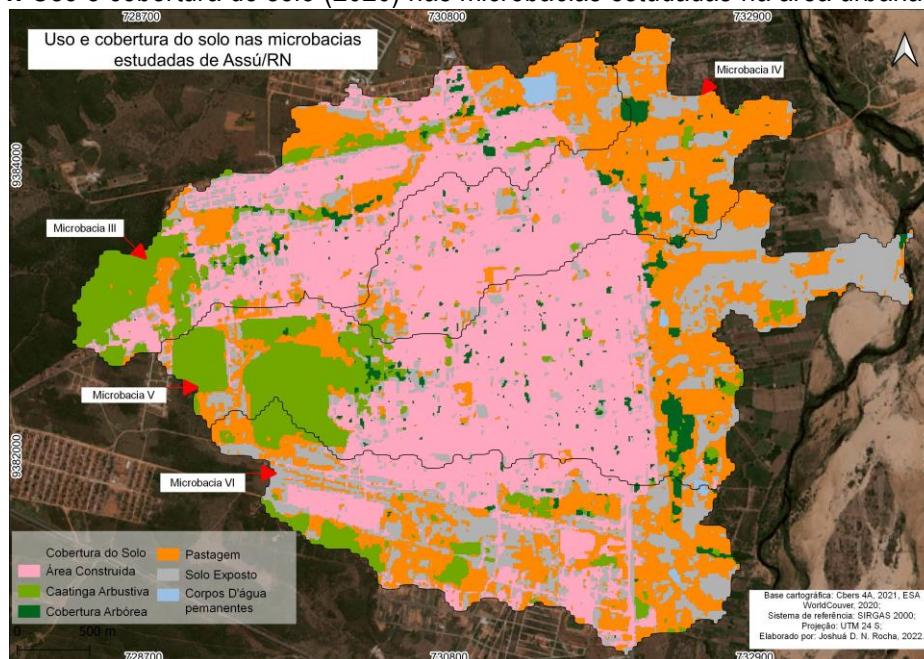
Figura 3: Assú: Destaque para as microbacias estudadas (2021).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022), a partir dos dados do INPE, 2021.

Na área que compreende as 4 microbacias, o município apresenta a seguinte configuração em sua cobertura do solo, sendo esta composta por vegetação arbórea, caatinga arbustiva, pastagem, áreas construídas, solo exposto, e corpos d'água permanente (Figura 4).

Figura 4: Uso e cobertura do solo (2020) nas microbacias estudadas na área urbana de Assú.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022), a partir dos dados da ESA Worldcover, 2020.

As alterações na cobertura do solo vinculadas a pressão imobiliária, tem produzido mudanças sobre a superfície das microbacias haja visto que, em alguns bairros mais fortemente que outros, apresenta cada vez mais uma cobertura do solo caracterizado por asfaltos, calçamentos e solo exposto, em detrimento a cobertura vegetal cada vez mais reduzida (Figuras 5 e 6), não considerando desta forma margens e calhas de canais fluviais.

Figura 05: Curso fluvial com cobertura do solo em calçamento (microbacia IV).



Figura 06: Curso fluvial sem cobertura vegetal, com solo exposto (microbacia V).



Fonte: Acervo dos autores, 2021.

Para Carlos (2021, p.36), essa complexidade que compõe as cidades, representa uma constante dialética entre as relações sociedade e natureza sobre ela imposta, uma vez que

[...] A paisagem de hoje guarda momentos diversos do processo de produção espacial, os quais fornecem elementos para uma discussão de sua evolução da produção espacial, e do modo pelo qual foi produzida. A paisagem urbana é a expressão da "ordem" e do "caos", manifestação formal do processo de produção do espaço urbano, colocando-se no nível do aparente e do imediato. O aspecto fenomênico coloca-se como elemento visível, como a dimensão do real que cabe intuir, enquanto representação de relações sociais reais que a sociedade cria em cada momento do seu processo de desenvolvimento (CARLOS, 2021, p.36).

Atualmente, observa-se em Assú uma tendência de expansão na pavimentação de suas vias, por meio do uso de calçamentos, contribuindo para a redução da cobertura vegetal na zona urbana. Esse processo acarreta significativas mudanças na composição do solo, que passa da sua condição original, predominantemente arenosa e argilosa, para uma característica impermeabilizada, majoritariamente composta por paralelepípedos ou asfalto (Figuras 7, 8, 9, 10).

Figura 7: Pavimentação da Rua Francisco Alcino do Pinho, bairro Dom Elizeu, (microbacia IV).



Figura 8: Pavimentação da Rua Padre Manoel Silvério Cabral, bairro Frutílândia, (microbacia VI).



Figura 9: Av. Monsenhor Samuel da Fonseca apresenta nenhuma arborização e uma vasta área recoberta por paralelepípedos (microbacia III).



Figura 10: Rua Augusto Severo, importante via de acesso ao centro da cidade totalmente recoberta por asfalto e calçamento em suas transversais (microbacia VI).



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Desta forma, o uso e cobertura do solo demonstrado na cidade de Assú apresenta desconformidade diante das leis e diretrizes vigentes que regem a conservação do meio ambiente, sendo essas diretrizes e leis a nível municipal, estadual, federal. Para Araújo (2018, p.347) essas novas demandas urbanas em detrimento ao que está exposto nas leis e diretrizes ocorre a partir de

[...] novos loteamentos e construções, intervenções urbanísticas diversas, serviços de infraestrutura, atividades industriais e comerciais, exploração de recursos naturais, enfim, várias atividades e acontecimentos importantes na dinâmica da cidade, mas que sem a devida avaliação e controle de suas implicações ambientais acabam causando alterações adversas nas características do meio ambiente urbano, com reais prejuízos à coletividade, caracterizando-se, assim, a ocorrência dos danos ambientais urbanos. (ARAÚJO, 2018, p.347).

Segundo a Prefeitura Municipal de Assu (2006), em consonância com o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), e a Lei do Parcelamento do Solo Urbano (BRASIL, 1979), observa-se distinções enquanto as disposições do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) no que se refere às Áreas de Proteção Permanente dos cursos d'água (Quadro 1):

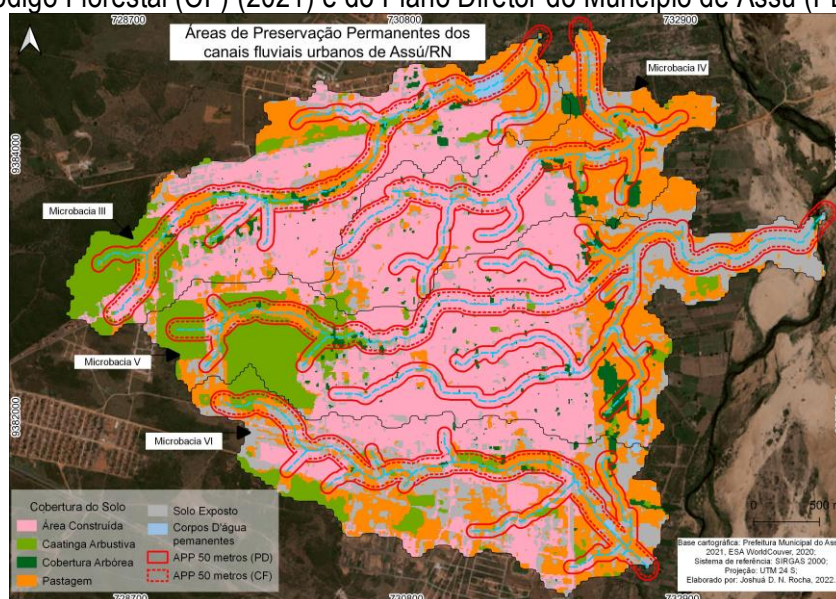
Quadro 1: Definições de Áreas de Preservação Permanentes em cursos d'água de acordo com o Plano diretor de Assú e o Novo Código Florestal.

	PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE ASSÚ (LEI COMPLEMENTAR N° 015/2006)	NOVO CÓDIGO FLORESTAL (LEI N° 12.651/2012)
Área de Preservação Permanente	Art.32. As áreas de preservação ambiental ficam classificadas nas seguintes categorias: I reservas ecológicas área de domínio público ou privado, destinada à proteção dos mananciais e demais formas de vegetação natural de preservação permanente, na qual não será permitida qualquer atividade modificadora do meio ambiente, constituindo-se das margens dos rios piranhas - açu e Paraú, da lagoa de Piató, da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, do açude Mendobim e da reserva do IBAMA; II área de proteção ambiental APA área de domínio público ou privado, destinada à proteção do sistema natural, a fim de assegurar o bem estar da população humana e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais, evitando que se descaracterizem por completo as belezas naturais e os recursos hídricos, que constituem fonte de exploração turística da região e do estado, compreendendo-se, sobretudo, o complexo fluvial e lacustre.	Art. 4º considera-se área de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros
Outras restrições de uso do solo	Art. 61. Não será permitido o parcelamento do solo em: I terreno de baixa cota, alagadiço ou sujeito a inundações ou acúmulo de águas pluviais, sem que antes sejam adotadas as medidas para escoamento e drenagem das águas; III faixa de 50,00 m (cinquenta metros), a partir do leito maior de cursos de água e das margens de lagoas, medida sem seu nível máximo normal, sem prejuízo da conveniência de maior afastamento que venha a ser exigido em função de estudos relativos a áreas determinadas;	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Desse modo, observa-se que o uso e a cobertura do solo em Assú sobre as APPs dos cursos d'água apresenta a seguinte relação em face ao que está presente nos dispositivos descritos anteriormente (Quadro 1) (Figura 11).

Figura 11: Áreas de Preservação Permanentes dos canais fluviais urbanos de Assú/RN a partir do Novo Código Florestal (CF) (2021) e do Plano Diretor do Município de Assú (PD) (2016).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Assente nisso, alguns pontos merecem destaque no que tratam a discussão referente ao que está disposto em seu Plano Diretor no que concerne aos usos e coberturas do solo e suas devidas providências a respeito de sua conservação ambiental. Na seção II, no Artigo 67 está exposto que, “[...] será também reservada faixa nos fundos de vales e talvegues em que não se permitirá qualquer tipo de construção, com a finalidade de garantir o escoamento superficial de águas pluviais e permitir a implantação de equipamentos urbanos de infraestrutura (ASSU, 2006, p. 32).”

Contudo o Plano Diretor da cidade não torna explícito, como está presente no novo Código Florestal, áreas de APP ao que tange os canais fluviais de regime intermitente, uma vez que estes estejam ou não inclusos nesse Plano Diretor, como observado no Quadro 2. Considera-se então apenas corpos hídricos aqueles que se apresentam como de regime perene, deixando aqueles com regimes intermitentes ou efêmeros marginalizados pelo Plano Diretor. Para fins de análise, o Plano Diretor e o Novo Código Florestal foram interpretados e apresentados com base na realidade expressa na atual conjuntura em que o município está inserido.

Segundo ponto, no que tange as APP de nascentes e olhos d’água destes canais fluviais urbanos, devido seus regimes serem intermitentes, não foram considerados, não apresentando considerações nem nas atuais legislações que tratam a respeito deste assunto nem no Plano Diretor do município. Essa questão traz uma descontinuidade na proteção dessas áreas no que concerne aos cursos d’água de regime intermitente, que estão inseridos na versão anterior do Código Florestal (lei 4.771/79). O que está no Plano Diretor e Novo Código Florestal, consideram apenas nascentes e olho d’Água de canais com regime de perenidade e, sobre isso, Martini, Trentini (2011, p.624) afirmam que,

Considerando aspectos geomorfológicos e hidrológicos, não é concebível considerar como nascentes ou cursos de águas apenas os que apresentam regime perene, pois mesmo vazões intermitentes ou efêmeras são capazes de criar ecossistemas diferenciados de seu entorno, moldar o terreno e formar leitos definidos de canais naturais. Em termos práticos, cursos de águas efêmeros e intermitentes são até mais vulneráveis que os perenes, uma vez que em geral se situam em terrenos com maior declividade e as limitações hídricas periódicas podem determinar menor resiliência (MARTINI; TRENTINI, 2011, p.624).

Corroborando a essa alternativa exposta e a atual conjuntura das configurações urbanas presentes em Assú, Guerra (2017, p.69) defende que,

As ocupações das Áreas de Preservação Permanente por atividades humanas de qualquer natureza alteram as condições de funcionamento dos sistemas hídricos visto que a dinâmica do escoamento e drenagem nestas áreas é modificada causando assim a descaracterização da paisagem dos córregos além de prejuízos materiais e financeiros para moradores e órgãos públicos, como resultado a intensificação dos problemas hídricos (GUERRA, 2017, p.69).

Desse modo, a forma que se configura o uso e cobertura do solo de Assú, apresenta contradição com o que está expresso na Seção II que trata sobre o parcelamento do solo urbano, nos artigos 64 que dispõe: “Não poderão ser aprovados projetos de parcelamento do solo, de urbanização de imóveis ou construção que possam atingir ou comprometer áreas de segurança, de preservação histórica, artística, paisagística ou de salubridade pública” (ASSÚ, 2006, p.32).

Os canais fluviais presentes na área urbana de Assú, apresentam a partir da atual conjuntura de uso e cobertura do solo, o descumprimento no que tange as suas Áreas de Preservação Permanente, uma vez que seguindo o exposto no novo Código Florestal (Brasil, 2012), os leitos menores dos canais fluviais urbanos, que se caracterizam em uma média de 11,78 metros de largura, necessitando de APPs de 50 m de largura em cada margem, encontram-se ocupados por edificações e solo exposto não vegetada. Seguindo o exposto em Assú (2006), a mesma lógica é notável, onde os leitos maiores, apresentam uma média de 35, 50 metros, com APPs de 50 metros, sendo estes na atual conjuntura ocupados por áreas construídas e solo exposto (Figuras 06 e 07).

Notoriamente, o Plano Diretor e a Lei Orgânica de Assú, tem negligenciado essas áreas como de preservação, haja visto que Assú (2006) expressa nos artigos 3 e 6 as seguintes assertivas e diretrizes a respeito do uso e ocupação do solo urbano

[...] Art. 3º. Constituem diretrizes básicas e objetivos estratégicos do Plano Diretor: I compatibilizar o uso e a ocupação do solo com a proteção ao meio ambiente natural e construído, reduzindo a especulação imobiliária e orientando a distribuição de infra-estrutura básica e de equipamentos urbanos; [...] Art.6º. A sustentabilidade urbana é entendida como o desenvolvimento local equilibrado nas dimensões sociais, econômicas e ambientais, embasado nos valores culturais e no fortalecimento político-institucional, orientado para a melhoria contínua da qualidade de vida das gerações presentes e futuras, apoiando-se: IV na melhoria da qualidade de vida, da promoção da saúde pública e do saneamento básico e ambiental; V na recuperação, proteção, conservação e preservação dos ambientes natural e construído, incluindo-se o patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico (ASSU, 2006, p.5-6).

Essa alteração na cobertura do solo, segundo Vitte, Vilela Filho (2006), Tucci (2007), Botelho (2011) e Ferreira (2019), é o que ocasiona os pontos de alagamentos e inundações urbanas e áreas de assoreamento e erosão do solo, uma vez que ao invés de ocorrer o retardamento do *input* hídrico, ocorre o contrário, havendo um aceleração da água e tomada das vias por rios efêmeros, ocasionando nas áreas de menor altitude tais problemas intrínsecas ao escoamento dos corpos hídrico na área urbana (Figuras 12, 13, 14, 15).

Figura 12: Área de acúmulo de sedimentos na Rua 16 de Outubro, após chuva torrencial de 75 mm (G1), no dia 24/05/2022 (microbacia III).



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 13: Alagamento na Rua 24 de Junho, logo após chuva torrencial no dia 17/03/2022 (microbacia III).



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 14: Alagamento na Av. Monsenhor Samuel da Fonseca após chuva torrencial (microbacia III).



Figura 15: Erosão do solo após fortes chuvas 25/05/2022 (microbacia III).

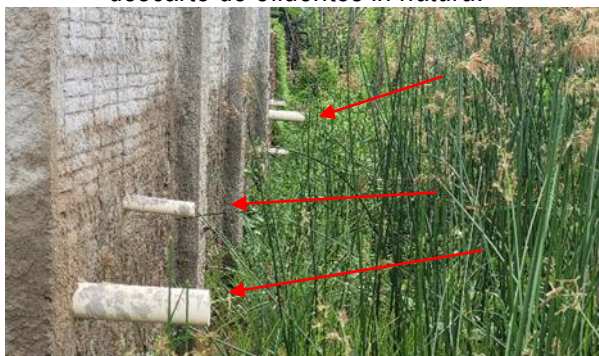


Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Outra questão abordada no Plano Diretor é o saneamento básico descrito no inciso IV do Artigo 6º, em que o município de Assú sofre com a falta de um sistema de coleta, tratamento e destinação final de resíduos sanitários e entulho, e devido ao regime intermitente destes canais fluviais, atrelado a falta de educação ambiental e falta de conscientização da população, as áreas entorno e talwegues dos canais fluviais tem sido foco de descarte de materiais de construção, de lixo e despejo de efluentes advindos das residências (Figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

MICROBACIA III

Figura 16: Canos advindo de residência para descarte de efluentes *in natura*.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 17: Presença de entulho na margem direita do canal principal.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 18: Caminhão realizando descarta de entulho na margem direita do canal principal da microbacia III.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 19: Entulho, resíduos sólidos e pilhas de areia à margem direita do canal principal da microbacia III.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

MICROBACIA V

Figura 20: Lixo carreado através da água pluvial para bueiro.



Figura 21: Presença de colchão em talvegue do canal principal.



Figura 22: Presença de entulho na margem direita do canal principal da microbacia V.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

MICROBACIA VI

Figura 23: Efluente a céu aberto *in natura*, advindo das residências na margem esquerda do canal principal.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Moretti (2004), Tucci (2007), Araújo (2018), Guedes (2020), Rocha, Carvalho, Guedes (2021), compreendem que o uso e cobertura do solo tem corroborado para mudanças no âmbito das bacias hidrográficas e que estas alterações têm alterado a qualidade da água nos mananciais. Com o aumento da população, há um aumento e sobreposição de interesses da sociedade sobre áreas com características ambientais frágeis, subjugando-as e impondo sobre essas áreas fontes de poluições difusas e pontuais, *in natura*, o que auxilia na diminuição da qualidade hídrica e aumento de enchentes, inundações e alagamentos.

Referindo-se a essa última identificação feita pelos autores supracitados, Assú (2006, p. 22-23), apresenta em sua subseção II Art. 37 que

os serviços urbanos de drenagem de águas pluviais deverão ser implementados por meio de sistema natural ou construído, permitindo o escoamento das águas pluviais nas áreas onde ocorre este fenômeno, de modo a propiciar segurança e conforto aos seus ocupantes e às edificações existentes. §1º são prioritárias para as ações de implantação do sistema de drenagem os locais onde: I margens e cursos d'água onde haja risco de inundações das edificações; II locais onde o lençol freático aflora com facilidade; III bacias fechadas em que fica difícil o escoamento natural das águas; IV os projetos novos de loteamentos, de conjuntos habitacionais e condomínios só terão aprovação por parte da prefeitura se forem contemplados com projeto de drenagem, com soluções que não venham a comprometer terceiros ou o poder público; V para facilitar a drenagem natural das águas pluviais, cada terreno, ao ser utilizado, deverá deixar uma área desprovida de cobertura impermeável na equivalência de, no mínimo, 30%(trinta por cento)da área total do terreno, usando cobertura permeável, de modo a impedir que a água drenada em cada área seja carreada para outro local (ASSU, 2006, p.22-23).

Correlato ao Plano Diretor do município de Assú (Lei Complementar N° 015/06), o Plano Municipal de Saneamento Básico e a Lei de Parcelamento do Solo (Lei n° 6.766/79) consideram as seguintes diretrizes que englobam serviços de manejo das águas pluviais, como drenagem urbana, transporte, detenção, tratamento e disposição final das águas pluviais. De acordo com essas leis, o sistema público de manejo das águas pluviais é composto por infraestruturas, obras civis e equipamentos, sendo de responsabilidade do Poder Público. Antes da elaboração de projetos de loteamentos, é necessário solicitar à Prefeitura Municipal ou ao Distrito Federal a definição de diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, sistema viário, espaços livres e áreas destinadas a equipamentos urbanos, incluindo um plano de infraestrutura de escoamento das águas pluviais. Essas medidas têm como objetivo promover a saúde, a segurança e a redução de prejuízos econômicos decorrentes de inundações, além de incentivar a valorização e a recuperação do sistema natural de drenagem e a prevenção de lançamentos de resíduos sólidos no sistema de manejo das águas pluviais.

A partir do exposto, identifica-se em Assú uma desconformidade entre o que está expresso na diretriz da cidade e o que se apresenta efetivamente na cidade, haja vista a necessidade de preservação de locais com o mínimo 30% de área permeável para que haja infiltração das águas pluviais,

reverberando na necessidade de um planejamento a partir de novas construções dentro da área urbana para que o problema do escoamento pluvial não transcenda para outros pontos da cidade.

A partir desta ótica, entende-se que as áreas mais centrais da cidade têm sofrido com a desconformidade desses pontos destacados, desde outrora, pois em períodos de chuvosos ou de chuvas esporádicas torrenciais, as áreas mais centrais ou de relevo com baixas altitudes apresentam pontos de alagamento, inundações e enchentes (Figuras 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32). Isso demonstra que o efeito de construção nas partes mais altas da cidade tem deslocado com maior facilidade águas pluviais até as áreas centrais demonstrando assim a fragilidade quanto ao planejamento de escoamento pluvial dado ao Plano diretor.

MICROBACIA III

Figura 24: Alagamento no dia 03/12/2021, após forte chuva durante a tarde, na Rua Cel. José C. Téles.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

MICROBACIA IV

Figura 25: Inundação na Rua 16 de Outubro, durante a chuva torrencial de 75 mm (G1), no dia 24/05/2022



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 26: Alagamento na Rua Onze de Agosto, no dia 03/12/2022



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 27: Alagamento logo após chuva no dia 17/03/2022, na Rua 16 de Outubro.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 28: Alagamento durante chuva no dia 17/03/2022 na Rua Sinhazinha Wanderley, em frente ao campus da UERN (microbacia IV).



MICROBACIA V

Figura 29: Alagamento após noite chuvosa do dia 25/05/2022, na Rua Áureliano Lôbo.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 30: Alagamento após tarde chuvosa do dia 03/12/2021, na Rua Áureliano Lôbo.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 31: Alagamento após tarde chuvosa do dia 31/01/2016 (G1), na Rua Monsenhor Júlio Alves Bezerra.



Figura 32: Alagamento após tarde chuvosa do dia 31/01/2016 (G1), na Rua João Celso Filho.



Fonte: Acervos do autor; 2022; G1 RN, 2016; G1 RN, 2022.

Observando essa combinação mostrada nas figuras anteriores, pode-se apontar que

A política existente de desenvolvimento e controle dos impactos quantitativos na drenagem se baseia no conceito de escoar a água precipitada o mais rápido possível. [...] A consequência imediata dos projetos baseados neste conceito é o aumento das inundações a jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre, e a água não é infiltrada, este aumento de volume, da ordem de seis vezes, escoar pelos condutos. Para transportar todo esse volume, é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade até um local onde o seu efeito de ampliação não atinge a população. A irracionalidade dos projetos leva a custos insustentáveis, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção (TUCCI, 2003, p.36).

Nesse sentido, complementando Tucci (2003), Braga (2022) compreende que a partir das alterações antrópicas sobre a superfície urbana, na qual proporcionam um escoamento pluvial acelerado e concentrado, bem como a elevação gradiente das superfícies, podem gerar transtornos no que se refere a alagamentos e enchentes pontuais dentro da área urbana, sendo essas alterações pontos importantes a serem considerados no planejamento e análise urbana.

Ainda sobre esse entendimento Costa (2019) cita que a concentração urbana de pessoas, prédios, engarrafamentos, poluição etc., estruturas e relações sociais, os riscos e vulnerabilidades urbanas ligados aos setores como moradia, saúde pública e planejamento urbano devem e exigem uma gestão mais positiva e proativa, ao invés de uma reação aos eventos catastróficos e calamitosos que assumem a superfície urbana.

Desta forma, em Assú, “[...]na medida em que determinado processo físico de origem natural ou socionatural atinge um determinado sistema ocupado pelo homem, surgirão danos e prejuízos, os quais, dependendo da magnitude em que ocorram, podem configurar um desastre” (DI GREGORIO; COUTO, 2019, p.29). Este fato demonstra assim, uma necessidade de adequação do planejamento de uso e ocupação sobre a cidade, haja vista o conhecimento de séries históricas relacionando esse processo de alteração da cobertura do solo e problemas hidrológicos.

Com base nas evidências, é possível concluir que as mudanças antrópicas na paisagem urbana resultam em uma cascata de consequências relacionadas ao escoamento pluvial acelerado e concentrado, bem como à elevação gradiente das superfícies. Essas mudanças contribuíram para a ocorrência de alagamentos e enchentes pontuais dentro de áreas urbanas, tornando -os essenciais para serem considerados no planejamento e análise urbana. Isso enfatiza a importância de planejar adequadamente o uso e a ocupação do solo na cidade, levando em consideração o conhecimento de séries históricas que relacionam mudanças na cobertura do solo e os problemas hidrológicos, com o objetivo de mitigar o impacto das mudanças antrópicas, promovendo manejo adequado do solo e redução dos riscos e vulnerabilidades associados a eventos extremos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao processo de urbanização de Assu, é possível notar a existência de canais fluviais que sofrem com o uso e cobertura inadequados em seus leitos e margens. No entanto, existe uma dificuldade em entender ou identificar as formas como os seus canais fluviais que compõem as microbacias da área urbana se encontraram depois que a geomorfologia pré-existente sofreu e continua sofrendo alterações, resultando atualmente em um efeito de espraiamento ou de escoamento superficial difuso dos canais que compõem a drenagem urbana.

De maneira geral, as microbacias analisadas apresentam características semelhantes quanto à sua urbanização. Em decorrência da especulação imobiliária, as áreas do entorno desses canais foram aterradas, canalizadas e/ou edificadas, resultando na necessidade de manutenção frequente para retirada de sedimentos e resíduos sólidos por meio dos serviços de dragagem em alguns pontos da cidade.

Dessa forma, observou-se a falta de cuidado e/ou atenção quanto ao cumprimento das diretrizes traçadas no Plano Diretor da cidade de Assú (Lei complementar nº 015/2006). Pois, embora o documento tenha sido elaborado em conformidade com as demais leis supracitadas (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, a Constituição Federal de 1988 e a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001), sendo explicitado o compromisso com a busca pelo respeito e preservação das áreas ambientais, em conjunto com a biodiversidade existente, o que observou-se foi um reflexo, não apenas uma deficiência no zelo pelo meio ambiente e sua biodiversidade, mas também sinaliza a necessidade premente de revisão e efetiva implementação das políticas urbanas propostas.

Diante disso, espera-se com os resultados, colaborar com conhecimentos sobre o uso e cobertura do solo em áreas às margens dos canais fluviais localizados na zona urbana do município de Assú/RN, assim como, contribuir para a tomada de decisões do poder público municipal sobre planejamento territorial. É crucial destacar, no entanto, que há lacunas a serem abordadas neste contexto. A falta de um enfoque específico nas medidas de mitigação e adaptação diante dos problemas recorrentes de inundações, enchentes e alagamentos na cidade de Assú constitui uma dessas lacunas.

A consideração desses aspectos pode aprimorar não apenas a compreensão do atual cenário urbano, mas também oferecer entendimentos valiosos para a formulação de estratégias eficazes, alinhadas às diretrizes estaduais, federais e municipais. O estudo dessas questões é essencial para uma abordagem mais abrangente e sustentável em relação ao planejamento territorial, promovendo, assim, um desenvolvimento urbano mais resiliente e adaptado às condições ambientais específicas do local.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. P.; ROSESTOLATO FILHO, A. Os impactos da urbanização na dinâmica dos canais fluviais de Cáceres-MT. **Revista Científica da Ajes**, Juína, v.3, n.7, p.1-20, 2012.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R.; Enchentes e inundações. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p.40-53.
- ARAÚJO, L. A. de. Danos ambientais na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2018, p.347-403.
- ASSÚ. **Lei orgânica municipal de Assú (Promulgada em 30 de Março de 1990)**. Disponível em https://assu.rn.gov.br/download/docs_e_downloads/Lei-Orgu00e2nica.pdf. Acesso em:10/06/2022.
- ASSÚ. **Lei Complementar Nº 015, de 28 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Assú e dá outras providências. Disponível em: <https://assu.rn.gov.br/documentos-e-downloads/>. Acesso em: 24/03/2021.
- BANDEIRA, A. P. N.; NUNES, P. H. de S.; LIMA, M. G. de S. Gerenciamento de riscos ambientais em municípios da região metropolitana do Cariri (Ceará). **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.19, n.4, p.65-84, 2016.
- BEZERRA, I. P. **Assu: dos Janduís ao Sesquicentenário**. Mossoró: Queima-Bucha, 2010. 192 p.
- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2011, p.71-116.
- BRAGA, F. F. A Complexidade das bacias hidrográficas urbanas e os divisores antrópicos de drenagem: conceitos e reflexões. In: COSTA, A; SCHNEIDER, L. (Org.). **Rios urbanos: diferentes abordagens sobre as águas nas cidades**. Curitiba: CRV, 2022. 63-76 p.
- BRASIL. **Constituição de 05 de outubro de 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Brasília: Senado Federal. Centro Gráfico, 2021. 426 p.
- BRASIL. **Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/10257.htm. Acesso em:10/06/2022
- BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em:10/06/2022
- BRASIL. **Lei Nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera as Leis n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.285-de-29-de-dezembro-de-2021-370917982>. Acesso em:10/06/2022
- BRASIL. **Lei Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em:10/06/2022
- BRASIL. **Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em:10/06/2022

BRASIL. **Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm. Acesso em:10/06/2022

BRASIL. **Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em:10/06/2022

CANIL, K.; LAPIS, A.; SANTOS, K. L.; Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Caderno Metr6pole**, v. 22, n. 48, pp. 397-416, maio/ago, 2020. DOI: 10.1590/2236-9996.2020-4803.

CAPILÉ, B. Rios urbanos e suas adversidades: repensando maneiras de ver as cidades. **História Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) - Revista de la Solcha**, [S. l.], v.5, n.1, p.81-95, 2016.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 2021. 98 p.

CARVALHO, A. T. F. Reflexões sobre a hidrogeomorfologia dos rios intermitentes frente às definições das áreas de preservação permanente de cursos d'água no Brasil. **Geografia em Atos (Online)**, [S. l.], v. 4, n. 19, p. 135–150, 2020.

CARVALHO, L. E. P. **Os descaminhos das águas na metrópole**: a sacionatureza dos rios urbanos. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2011. p.176.

CARVALHO, L. E. P. **Os Descaminhos das águas no Recife**: os canais, os moradores e a gestão. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Curso de Mestrado em Geografia. Recife, 2004. 141 p.

CARVALHO, P. F. de. Águas nas cidades: reflexões sobre usos e abusos para aprender nos os usos. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. (Org.). **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan - UNESP - IGCE, 2003, p.09-36.

CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionado pela urbanização tropical. In: SOUSA, M. A. A. et al. (Org.). **O novo mapa do mundo natureza e sociedade de hoje**: uma leitura geográfica. São Paulo, 3 ed. São Paulo: HUCITEC, 1994, p.127-138.

CIDADES no interior do RN registram fortes chuvas no fim de semana. **G1 RN**, 2016. Disponível em: < <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2016/02/cidades-no-interior-do-rn-registram-fortes-chuvas-no-fim-de-semana.html>>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

CHUVA causa transtornos e alagamentos em cidades do RN. **G1 RN**, 2022. Disponível em: < <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/05/24/chuva-causa-transtornos-e-alagamentos-em-cidades-do-rn.ghtml>>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p.19-46.

COSTA, M. O.; NASCIMENTO JUNIOR, V. S.; FREZ, C. de A. M. As inundações e o papel formativo da defesa civil do município de Nova Iguaçu. In: CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T (Org.). **Geografia e os riscos socioambientais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p.65-77.

COSTA, R. C. Áreas de risco em bacias hidrográficas urbanizadas. In: COSTA, R. C. (Org.). **Riscos, vulnerabilidades e condicionantes urbanos**. Jundiaí: Paco Editorial, 2019, p.13-28.

COSTA, R. C. **Riscos, vulnerabilidades e condicionantes urbanos**. Jundiaí: Paco Editorial, 2019, p.132.

COSTIGAN, K. H.; JAEGER, K. L.; GOSS, C. W.; FRITZ, K. M.; GOEBEL, P. C. Understanding controls on flow permanence in intermittent rivers to aid ecological research: integrating meteorology, geology and land cover. **Ecohydrology**. v. 9, n. 7, p. 1141–1153, 2016.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Geologia. In: MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A., CARVALHO, V. L. G. D. (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Açú, estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p. + anexos.

CUNHA, S. B. da. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. 347-402 p.

DI GREGORIO, L. T.; COUTO, E. A. Gestão de riscos socioambientais para cidades resilientes. In: COSTA, R. C. (Org.). **Riscos, vulnerabilidades e condicionantes urbanos**. Jundiaí: Paco Editorial, 2019, p.29-44.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, 2018. 356 p.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Desvio Anual**, 2022 Disponível em: <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br/graficos?tipo=quantisanocorrente>. Acesso em: 20/02/2022.

FAUSTINO, J. **Gestión ambiental para el manejo de cuencas municipales**. Turrialba: CATIE, 1996. 137p.

FERREIRA, X. C. **Inundações urbanas: gestão de riscos com foco na prevenção de danos**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019. 292 p.

FRUTUOSO, G. K. C. **Avaliação do risco de inundação na área urbana de Assú - RN como ferramenta para o planejamento urbano**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Mossoró, 2020.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. Progressos nos estudos de Geomorfologia fluvial ao final do Século XX. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v.2, n.26, p.245-269, 2015.

GUEDES, J. A. Poluição em rios urbanos. In: **Estudos em Hidrogeografia**. Belo Horizonte: Editora Dialética, 2020, p.13-29.

GUERRA, F. C. **As Áreas de riscos hidrológicos no município de Ourinhos/SP**. 2017. 98 p. Trabalhos de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus Experimental de Ourinhos, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/155756>.

HEIDARI, E.; MAHMOUDZADEH, A.; DANESHVAR, M. R. M. Urban food susceptibility evaluation and prediction during 2010–2030 in the southern watersheds of Mashhad city, Iran. **Environmental Systems Research**, v. 10, n. 41, p. 1-17, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cartas e Mapas**, 2021b. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2021/geopackage/. Acesso em: 03/03/2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades-panorama**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/acu/panorama>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. p.19-82.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Download estatísticas censos**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/acu/historico>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de geração de imagens**. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 20 de out. de 2021

JESUZ, C. R.; SANTOS, A. J. C. Problemática socioambiental urbana da nascente do córrego vassoral em Cuiabá-MT. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v.2, n.1, p.93-113, 2015.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.117-142.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. A bacia hidrográfica: compreender o rio para entender a dinâmica das enchentes e inundações. In: CARDOSO, C.; SILVA, M. S; GUERRA, A. J. T (Org.). **Geografia e os riscos socioambientais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p.25-44.

KASHYAP, S.; MAHANTA, R. Vulnerability Aspects of Urban Flooding: A Review. **Indian Journal of Economics and Development**, v. 14, n. 3, p. 578-586, 2018.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learnig, 2017.

MARÇAL, M. S.; GUERRA, A. J. T. Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p.275-304.

MARTINIL, L. C. P.; TRENTINI, É. C. Agricultura em zonas ripárias do sul do Brasil: conflitos de uso da terra e impactos nos recursos hídricos. **Revista Sociedade e Estado**, v.26, n.3, p.613-630, 2011.

MORETTI, R. de S. Transformações em curso nas cidades brasileiras e seus impactos na qualidade da água no meio urbano. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR; 2004, p.209-218.

OLIVEIRA, É. D.; VESTENA, L. R. Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial - 1, p.757-773, 2012.

OLIVEIRA, E. L. A.; RECKZIEGEL, B. W; ROBAINA, L. E. S. Modificações na morfologia dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n.11, p.103-113, 2006.

PARANHOS FILHO, A.C; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALAN, T. G. T. **Geotecnologias em aplicações ambientais**. Campo Grande: UFMS, 2016. 383 p.

PMSB - **Plano Municipal de Saneamento Básico de Assú**. Prefeitura Municipal de Assú. START – Pesquisa e Consultoria Técnica – LTDA, 2019. Disponível em: <https://assu.rn.gov.br/plano-municipal-de-saneamento-basico/>. Acesso em 10/03/2022.

QUEIROZ, A. O.; FREITAS, F. W. S.; GUEDES, J. A. Impactos da urbanização sobre o riacho do Termas - Mossoró (RN). **Pensar Geografia**, Mossoró, v.2, n.1, p.53-72, 2018.

ROCHA, J. D. N.; CARVALHO, A. T. F.; GUEDES, J. A. Poluição em canais fluviais urbanos: um estudo de caso na cidade de Assú-RN. In: FARIA, K. M. S.; TRINDADE, S. P. (Org.). **Planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas** [recurso eletrônico]. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2021. p.278-288.

SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de urbanização da bacia do sangradouro Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**, Teresina, v.5, n.4 (Edição Especial 03), p.164-186, 2018.



SGB - Serviço Geológico Brasileiro (SGB) - CPRM. **Geologia do Estado do Rio Grande do Norte**, 2006. Disponível em: <https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 03/06/2021.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. New Haven: Transactions: American Geophysical Union, 1957.v.38. p. 913-920.

TAVEIRA, B. D. A. **Hidrogeografia e Gestão de bacias**. Curitiba: InterSaberes, 2018. 213p.

THOURET, J. C. Avaliação, prevenção e gestão de riscos naturais nas cidades da América Latina. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem com agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2019. p.83-112.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; ABRH, 2001, p.621-658.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v.55, n.4, p.36-37, 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso. Acesso em 10/09/2022.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH, 2007. 393 p.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p.111-145.

VITTE, A. C.; VILELA FILHO, L. R. A urbanização, a Fragilidade Potencial do Relevo e a Produção do Risco na Bacia Hidrográfica do Córrego Proença, Município de Campinas, Brasil. **Territorium - Revista Internacional de Riscos, Universidade de Coimbra**, Coimbra, v.13, p.105-114, 2006.