



ALDENAS, Kassio Braga; LIBORIO, Vitor Menezes; BARBOSA, Estêvão José da Silva. **Análise dos impactos e as alterações na paisagem urbana do rio Maguari-Açu em Ananindeua – PA**. 2023. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Geoprocessamento). Ananindeua – PA, Universidade Federal do Pará, 2023.

ANÁLISE DOS IMPACTOS E AS ALTERAÇÕES NA PAISAGEM URBANA DO RIO MAGUARI-AÇÚ EM ANANINDEUA - PA

Kassio Braga Aldenas¹

Vitor Menezes Liborio¹

Estêvão José da Silva Barbosa²

RESUMO

O entendimento sobre a análise das alterações da paisagem em um rio urbano é uma problemática fundamental para compreender as mudanças ambientais provocadas pela urbanização. O presente artigo tem como área de estudo o rio Maguari-Açu, situado no município de Ananindeua-PA, com o objetivo de realizar uma análise das modificações paisagísticas e identificar impactos ambientais, usando o geoprocessamento. De modo geral, ações diversas decorrentes da urbanização contribuíram para a degradação ambiental impactando na paisagem, destacando-se nos últimos anos a implantação da via marginal chamada de Radial Norte. Os resultados evidenciaram como principais ações que afetaram a paisagem urbana: retificação do canal fluvial, avanço da urbanização com a instalação de novas ocupações urbanas, loteamentos e outros empreendimentos privados, supressão da vegetação, poluição por resíduos sólidos e aterramento das planícies de inundação. Em síntese, estas ações antrópicas abordam temáticas sociais e ambientais que acabam necessitando de um planejamento e gestão ambiental para minimizar os impactos na paisagem.

Palavras-chave: macrodrenagem; rios urbanos; planejamento e gestão ambiental.

ABSTRACT

Understanding the analysis of landscape changes in an urban river is a fundamental problem to understand the environmental changes caused by urbanization. This article's study area is the Maguari-Açu River, located in the municipality of Ananindeua-PA, with the objective of carrying out analyzes of landscape changes through geoprocessing, addressing environmental impacts. In general, various actions resulting from urbanization developed for environmental management have an impact on the landscape, with emphasis on the implementation of the marginal road called Radial Norte in recent years. The results highlighted the main actions that affected the urban landscape: rectification of the river channel, advancement of urbanization with the installation of new settlements, housings and other private enterprises, suppression of vegetation, pollution by solid waste and landfilling of flood particles. In short, these human actions address social and environmental issues that end up requiring environmental planning and management to minimize impacts on the landscape.

Key words: macrodrainage; urban rivers; environmental planning and management.

¹ Graduandos do curso de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Universidade Federal do Pará – UFPA, Campus Ananindeua – CANAN. E-mails: kassio.aldenas20@gmail.com / vitor.liborio@ananindeua.ufpa.br

² Orientador. Doutor em Geografia Física. Docente e pesquisador na Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento (FTG) da UFPA-CANAN. E-mail: estevaojsb@ufpa.br

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (2023), o município de Ananindeua é o segundo mais populoso do estado do Pará e da Região Metropolitana de Belém, contando com 478.779 pessoas conforme o censo demográfico de 2022. O crescimento urbano acelerado a partir da década de 1980 acarretou em uma série de problemas ambientais, dentre eles o impacto na macrodrenagem e uso das águas. É importante reconhecer que, embora o crescimento acelerado em áreas urbanas possa ser inevitável em alguns casos, a ausência de um planejamento ambiental adequado amplifica os efeitos negativos sobre o meio ambiente.

De modo geral, drenagem urbana consiste em uma rede de infraestrutura de equipamentos urbanos. Para Tucci (2003, p. 36),

[...] 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 (7), 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.

Essas obras possuem por finalidade criar uma boa infraestrutura de macrodrenagem, e quando não realizadas podem surgir enchentes e alagamentos, além de problemas geomorfológicos diversos (Tucci, 2003).

As problemáticas envolvendo impactos socioambientais sobre a macrodrenagem envolvem questões como a impermeabilização do solo, falta de manutenção dos sistemas de drenagem já existentes, e o acúmulo de lixo e entulho nas ruas e canais, sendo esses últimos os mais comuns no cotidiano das cidades brasileiras. Na Região Metropolitana de Belém, intervenções nestes sistemas incluem, frequentemente, melhorias visando à resolução das constantes inundações que ocorrem na área da cidade, causando inúmeros transtornos para a população. Nos últimos anos, obras de infraestrutura têm sido realizadas, a exemplo a macrodrenagem do Tucunduba, em Belém, obra aguardada por cerca de 20 anos (Martins, 2019).

Obras de macrodrenagem no município de Ananindeua têm o mesmo objetivo: prevenir e remediar as problemáticas decorrentes de inundações. Desde 2022, a Prefeitura Municipal tem realizado obras em diversos bairros, como o 40 horas, Aurá, Águas Lindas e Águas Brancas, entre outros, por ora anunciadas ou em fase de conclusão.

A área de estudo desta pesquisa localiza-se no estado do Pará e município de Ananindeua, que faz parte da Região Metropolitana de Belém. A área de estudo abrange um trecho urbanizado do rio (ou Canal) Maguari-Açú, que percorre mais de 3 quilômetros. Foi delimitada para análise o

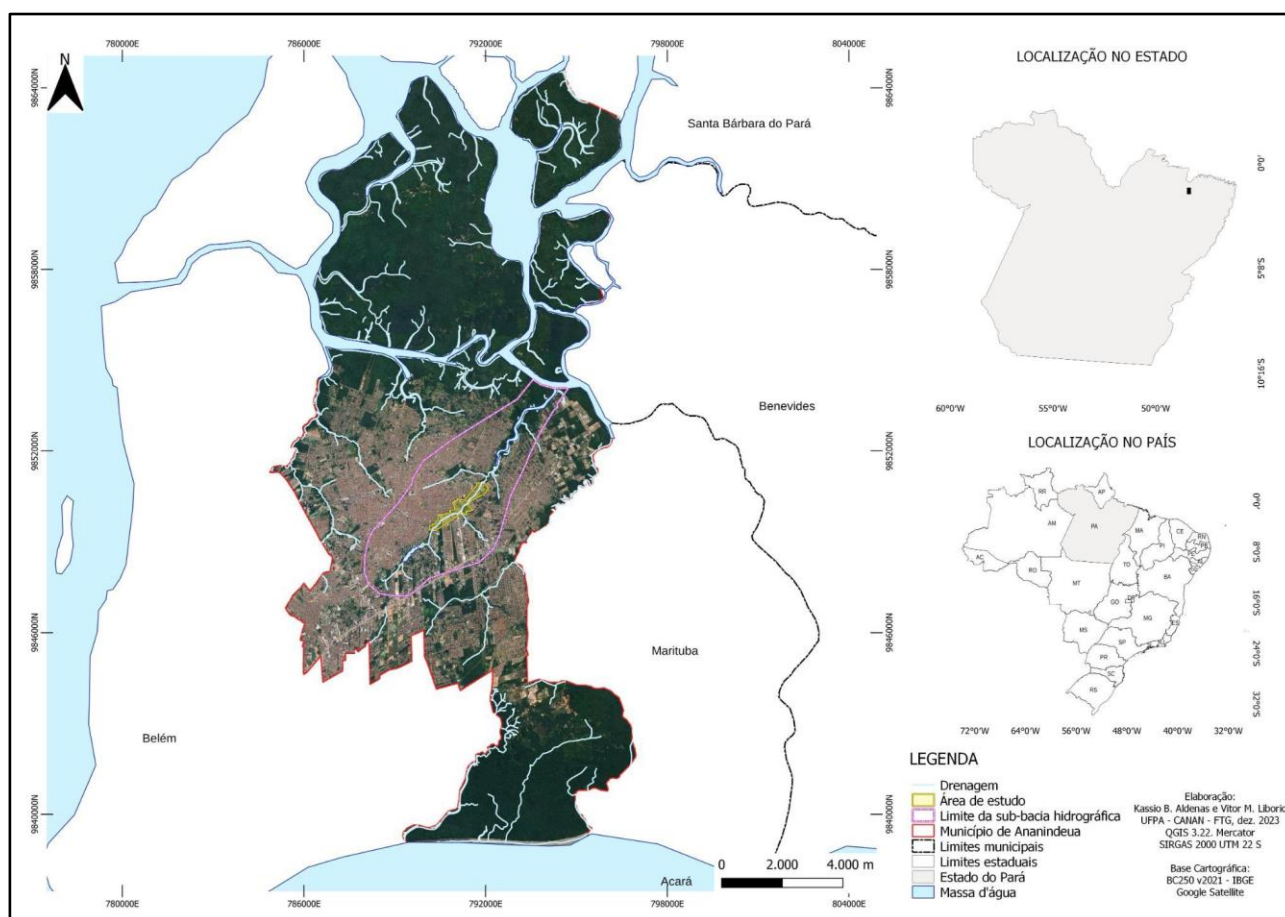
canal fluvial, sua planície de inundação e as áreas urbanas adjacentes, que também são afetadas pela macrodrenagem urbana. O presente estudo teve por objetivo analisar as mudanças na paisagem urbana e identificar os impactos ambientais, processos e atores sociais envolvidos, assim como mapear estes impactos a partir da obra de macrodrenagem do rio Maguari-Açú e outras intervenções, usando ferramentas do Geoprocessamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Ananindeua, localizada no estado do Pará, na região Norte do Brasil, se destaca por sua posição estratégica e sua influência na Região Metropolitana de Belém – RMB. Geograficamente, o município está situado no ponto de coordenadas de referência 01° 21' 32" S e 48° 22' 12" W. Faz limite ao norte e oeste com a capital paraense, Belém, a leste com os municípios de Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará, e ao sul com o rio Guamá.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no município de Ananindeua – PA



Fonte – autoria própria, 2023

Segundo os dados do IBGE (2023), o município de Ananindeua atende uma área territorial de 190,581 km², caracterizada por elevada densidade demográfica (2.512 hab./km²) e intensa urbanização, uma vez que mais de 99% de sua população vive na zona urbana. A área selecionada para estudo compreende parte da sub-bacia hidrográfica do rio Maguari-Açu, afluente do rio ou furo do Maguari (Rodrigues, 2017), localizada no centro-leste da Zona urbana de Ananindeua (Fig. 1). A delimitação da área para análise inclui um trecho de quase 3 km do rio, sua planície de inundação e terrenos adjacentes dentro de um polígono irregular delimitado pelos logradouros próximos.

2.2 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da consulta *on line* a livros, artigos, sites, revistas e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema e área de estudo deste trabalho. O acesso a diversas fontes proporcionou uma base sólida para fundamentar e enriquecer a análise. De acordo com as diretrizes da técnica bibliográfica, seu propósito fundamental é proporcionar ao leitor uma percepção sobre as fontes que foram consultadas durante a pesquisa, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento do trabalho escrito (Rodrigues, 2017 apud Severino, 2008).

2.3 Levantamento documental-cartográfico

Para o levantamento documental cartográfico foi consultado o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, etapa essencial para a obtenção de informações geoespaciais confiáveis e atualizadas. Os dados vetoriais fornecidos pelo IBGE contribuíram de forma significativa no levantamento de informações, permitindo a representação de referências cartográficas de maneira detalhada. Os dados vetoriais do IBGE já são georreferenciados no Sistema de Referência de Coordenadas – SRC padrão, denominado de Sirgas 2000/ EPSG: 4674.

Isso permite uma localização confiável de objetos espaciais, como estradas, rios, limites administrativos e outros aspectos relevantes. A principal base utilizada foi a Base Cartográfica Contínua do Brasil na sua versão 2021, em escala 1:250.000 (BC250), fornecida pelo IBGE. A utilização desta base permite a integração de dados em diversas aplicações e escalas, consolidando a BC250 como uma ferramenta essencial para o levantamento documental-cartográfico em estudos e outras intervenções envolvendo cartografia no território nacional.

Após a coleta de dados vetoriais do IBGE, foram coletados dados e feitas observações para análise de alterações na paisagem urbana utilizando o Google Earth-Pró, uma plataforma virtual de visualização geográfica que proporciona a exploração do planeta por meio de mosaicos de imagens de satélite, mapas tridimensionais, informações geoespaciais e panoramas de vias urbanas, estas últimas por meio da ferramenta Street View.

A visualização pelo Google Earth é detalhada e dinâmica, enriquecendo a compreensão das mudanças ao longo do tempo. O recorte para a visualização e a análise multitemporal a partir desta plataforma compreende um período de anos selecionados, 2018, 2020 e 2022, intervalo no qual se pode identificar as variações na paisagem do rio Maguari-Açú antes e depois da obra de macrodrenagem.

Com a junção de dados vetoriais e imagens de satélite obtidas através do Google Earth, foi empregado o uso do *software* cartográfico QGIS 3.22.7, com a finalidade de manipulação dos dados para análise e elaboração de mapas. O Google Earth, ao fornecer imagens de alta resolução, ofereceu uma visão detalhada das características geográficas da área de estudo. A combinação dessas imagens com os dados vetoriais do IBGE, que incluem informações como os limites administrativos, hidrografia e outros objetos espaciais, proporcionou uma base diversificada para a compreensão da paisagem.

O QGIS é um *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permitiu combinar dados para identificação de padrões da paisagem. Além disso, no software foram utilizadas ferramentas para manipulação das camadas, por exemplo, o uso do georreferenciador adicionando pontos de coordenadas de latitude e longitude para executar o georreferenciamento das cenas (mosaicos) obtidas a partir do Google Earth-Pro; a criação e manipulação de arquivos vetoriais, como o uso de ferramentas de edição para a delimitação da área de estudo, alterações das simbologias das camadas para a classificação das informações, interpolação de pontos cotados para a realização de modelo digital de terreno (MDT) e a geração de mapas temáticos, contribuindo na representação gráfica e na análise e interpretação de dados.

2.4 Etapa de campo

Durante a etapa de campo ocorrida em 2023, foi utilizado o aplicativo de GPS Geo Tracker. Este aplicativo desempenhou papel essencial ao registrar pontos de coordenadas geográficas da área de estudo, identificando com relativa precisão os locais de descarte irregular de resíduos sólidos e os espaços de aterramento das planícies de inundação.

A coleta de dados em campo foi significativamente aprimorada por meio deste recurso tecnológico, emergindo como uma ferramenta determinante que fortaleceu a precisão e eficácia na identificação de áreas ambientalmente críticas. Os dados coletados serviram como base para a geração de mapas que identificam os resultados das coletas realizadas.

Durante a etapa de campo além do uso do aplicativo de GPS para a marcação de pontos georreferenciados, foi feita a interação com os moradores locais, com o objetivo de se obter

informações a respeito da ocorrência espacial e temporal de alagamentos e/ou inundações; além de registros fotográficos para documentar impactos e alterações na paisagem.

2.5 Elaboração de mapas

Os mapas do estudo foram elaborados utilizando o QGIS 3.22.7. A cartografia temática do presente estudo foi elaborada integrando as bases vetoriais, os mosaicos de imagens orbitais do Google Earth-pró e os dados coletados na etapa de campo, para uma representação visual ampla da área de estudo no seu contexto urbano (escala 1:100.000), e detalhada (escala 1:8.000 a 1:15.000) para identificar os locais socioambientais críticos. No software cartográfico QGIS, procedeu-se ao georreferenciamento dos mosaicos provenientes do Google Earth-Pro, com 20 pontos de controle cada, o que resultou em um erro médio aproximado por pixel de 0,5 a 1,0. A inclusão dos mosaicos proporcionou o uso de rasters de alta resolução para análise geoespacial.

O uso do QGIS auxiliou na manipulação, na análise e na visualização dos dados de forma integrada. Neste sentido, a integração de diversas fontes de dados geoespaciais possibilitou a elaboração de mapas temáticos contextualizados. Essa metodologia enriqueceu a compreensão das características geográficas e socioambientais presentes na área de estudo, visando principalmente a análise da paisagem e a identificação de impactos, assim como entender quais processos e atores estão envolvidos nas dinâmicas de alterações paisagísticas ocasionadas pela urbanização.

3 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

3.1 Conceito de paisagem

O termo paisagem tem sua origem etimológica em um vocábulo neerlandês, especificamente na palavra *landschap*, cujo significado pode ser entendido como a forma da terra. A palavra, inicialmente, se referia a uma cena natural ou uma vista panorâmica, mas posteriormente o uso da palavra evoluiu para abranger a natureza como um todo e também a interação entre elementos naturais de um determinado espaço geográfico (Barbosa, 2015).

A introdução do termo paisagem no âmbito da ciência geográfica foi empregada, inicialmente, pelo geógrafo alemão Alexander Von Humboldt no início do século XIX. Nesse período, a palavra foi utilizada para definir a característica total de uma determinada região terrestre (Metzger, 2001).

No entanto, com o passar do tempo, o termo modelou-se não somente para estabelecer um espaço geográfico, mas sim um conceito multifacetado que inclui elementos naturais e culturais em

interação constante. Bertrand (1972) aborda o conceito de paisagem de forma contemporânea e abrangente. Para o autor,

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é o próprio fundamento do método de pesquisa (Bertrand, 1972, p. 141).

Bertrand (1972) destaca a paisagem além de uma simples combinação estética de elementos geográficos, enfatizando o termo como o resultado da interação entre elementos físicos, biológicos e humanos em uma região específica, revelando uma relação complexa de interdependência entre os elementos, deste modo, entende-se que a paisagem é idealizada pelo autor como um conjunto único e inseparável que molda-se através das interações dinâmicas entre seus componentes, promovendo uma compreensão mais profunda deste conceito geográfico.

Barbosa (2015) discute a abstração da paisagem como representação pode se manifestar em variadas formas – desenhos, pinturas, textos ou mapas. Adiante, Giblin (1978) apud Barbosa (2015) ressalta a abstração cartográfica como forma de representação da paisagem, destacando que as imagens geográficas vão além dos mapas; nesse sentido, introduz o termo geopaisagem, referindo-se à paisagem no contexto geográfico, ampliando sua compreensão para além de uma manifestação meramente visual. A paisagem passou a ser entendida como uma expressão das formas do espaço geográfico em sua organização e dinâmica.

Considera-se, portanto, a paisagem como reflexo das interações complexas entre fatores naturais, sociais, culturais, econômicos, políticos, geográficos e históricos, e suas manifestações ultrapassam a dimensão física (Maciel; Lima, 2011, p. 169). Conclui-se, desse modo, que o conceito de paisagem evoluiu ao longo do tempo percorrendo diversas abordagens, evidenciando que a paisagem não é somente um produto material de interações, mas é concebida, o que renova todo o tempo os seus significados.

3.2 Elementos da paisagem

No que compreende o vasto campo de debates sobre a paisagem na Geografia, conforme visto acima, este conceito surge como uma abordagem complexa que reflete a interação dos elementos de um determinado espaço. As interações complexas entre elementos físicos, biológicos e antrópicos, estes últimos representados pela ação humana, são os responsáveis pela formação da paisagem geográfica. Para fazer possível o entendimento entre tais interações, torna-se necessário evidenciar os elementos que integram a paisagem.

Barbosa (2015), semelhante a Bertrand (1972), entende que os elementos da paisagem são naturais — que podem ser divididos em abióticos (não vivos) ou bióticos (relacionados à vida) — e antrópicos. Os elementos naturais, em sua origem, independem da ação humana e mantêm algumas características originais mesmo diante de mudanças provocadas por essa ação. A introdução dos fatores antrópicos adiciona uma profundidade à análise da paisagem e do espaço geográfico, considerando-se todos os seus elementos na formação e transformação da paisagem.

Ao adentrar-se na análise desses elementos, torna-se evidente que a paisagem vai além de uma visão estática, sendo um universo em evolução contínua e que leva consigo as marcas da história e das interações humanas com a natureza.

Na escala da paisagem, a unidade que se coloca como nível têmporo-espacial de maior interesse para o geógrafo é o geossistema (Bertrand, 1972). Sob o ponto de vista de Sotchava (1977), os geossistemas constituem-se na representação da organização espacial resultantes da interação dos componentes físicos da natureza. Bertrand (1972) adicionou a esse entendimento os componentes humanos (ação antrópica). Os geossistemas configuram a conexão de todos os seus componentes, que em suas combinações particulares permitem entender as características de cada localidade, expressas na paisagem. Em síntese, os geossistemas representam a expressão destas combinações, para o entendimento da organização espacial e na elaboração de estratégias para o planejamento e a gestão do território.

Em um geossistema urbano ocorrem processos cotidianos de nossas cidades que se conhece como impactos socioambientais, tais como: erradicação de cobertura vegetal, escoamento de dejetos líquidos, problemas de drenagem superficiais e disposição de resíduos sólidos. Ao expandir esta compreensão para o rio Maguari-Açú, expõem-se os desafios relacionados à dinâmica urbana, planejamento e gestão ambiental de sub-bacias, rios urbanos e suas paisagens.

Portanto, os geossistemas obtêm influência dos fatores sociais e econômicos, causando assim os impactos locais. Em áreas urbanas, os impactos tornam-se visíveis, tendo em vista que há predomínio de ambientes construídos, formados por edifícios, logradouros, empreendimentos e demais estruturas, prejudicando os elementos naturais. Esses impactos na paisagem urbana têm relação direta com o meio bio-físico, neste caso a drenagem, o uso e ocupação do solo, e os fatores políticos, como os planos-diretores (Coelho, 2011).

3.3 Rios urbanos

Os rios exercem uma função significativa nas paisagens, não somente como fonte de água e alimento, mas também como elementos fundamentais do meio ambiente, dos processos ecológicos e do desenvolvimento humano. No entanto, com o aceleração da urbanização e das práticas

inapropriadas de gestão ambiental, os rios, principalmente aqueles considerados como *rios urbanos*, encontram-se ameaçados, ressaltando que se faz necessária uma intervenção para a preservação dos mesmos (Almeida, 2010).

O crescimento e o desenvolvimento das áreas urbanas desempenham um papel crucial na configuração dos rios urbanos, sendo influenciados não apenas por fatores geográficos, mas também por contextos sociais e culturais. As transformações nas paisagens urbanas e nas dinâmicas sociais desempenham um papel significativo na evolução desses cursos d'água, moldando suas características e interações com o ambiente construído (Capilé, 2015).

Atualmente, é notável a transformação dos rios urbanos em paisagens residuais, com a gradual eliminação dos rios menores. Muitos deles tiveram seus cursos e leitos alterados, foram canalizados e até mesmo aterrados, refletindo uma profunda mudança na relação da sociedade com esses recursos naturais (Corazza, 2008).

Um rio urbano pode ser entendido como um curso d'água que passou por transformações substanciais em sua morfologia, dinâmica e elementos geoambientais, em decorrência do processo de urbanização. Essas alterações abrangem desde as alterações no trajeto e na intensidade do fluxo até as transformações na paisagem envolvente do rio, incluindo a exploração de seu potencial socioeconômico e ambiental (Almeida, 2010). Essas alterações evidenciam não apenas a influência das atividades humanas no ambiente aquático, mas também têm um impacto direto na qualidade estética da paisagem urbana, mostrando a conexão entre as transformações nos rios e a aparência do ambiente construído (Porath, 2004).

Os rios urbanos são diretamente impactados por fenômenos como poluição, retificação de canais, dragagem do leito e construção de barragens. Esses fatores, decorrentes da atividade urbana, podem desencadear alterações significativas na dinâmica natural e morfologia dos rios (Melo, 2005). Adicionalmente, os rios urbanos frequentemente experimentam alterações nas paisagens circundantes devido ao desenvolvimento urbano, o qual inclui a construção de edifícios, estradas e outras infraestruturas (Almeida, 2010).

De acordo com Morsch, Mascaró e Pandolfo (2017, p. 306), “reintegrar os rios urbanos na paisagem e fornecer uma relação humana com a água de forma incluyente são desafios para as cidades brasileiras”. O cenário descrito revela a triste realidade das paisagens dos rios urbanos, que diversas vezes encontram-se em um preocupante cenário de degradação devido à poluição, alteração de seus cursos e leitos naturais, presença de lixo, detritos e esgoto, e negligência das populações que vivem às suas proximidades (Mayrinck, 2005). Para Corazza (2008, p. 10), “[...] é fácil verificar que ocorre um processo de desvalorização dos rios, tornando-os, cada vez mais, paisagens esquecidas”.

3.4 Impactos no canal fluvial e planícies de inundação

Para se entender os impactos da urbanização no canal fluvial e nas planícies de inundação em rios urbanos é fundamental recorrer à Geomorfologia Fluvial. Neste sentido, a planície de inundação é a parte da planície aluvial atingida pelas inundações, ou mesmo, a popular várzea. Já a planície aluvial ou fluvial, que além das várzeas apresenta outras formas como os terraços, diques, meandros, barras e bancos, é constituída por “formações sedimentares de deposição desenvolvidas pela ação da água em ambientes de gradiente topográfico baixo” (Borges; Ferreira, 2019, p. 120).

A dinâmica da planície de inundação está diretamente ligada ao clima, à sazonalidade (regime de chuvas), e ao avanço das águas nas áreas emersas de gradiente mais baixo (Rocha, 2011), fatores que podem ser diretamente alterados pelas ações antrópicas. Segundo Amaral e Rodrigues (2009 apud Oliveira; Guedes; Costa, 2017), as inundações causam diversos danos, entre materiais, monetários, e à saúde, podendo causar perda de vidas humanas.

Para Oliveira, Guedes e Costa (2017, p. 3925), “[...] num país onde suas cidades são instaladas historicamente nas planícies de inundação, um evento excepcional pode causar inúmeros prejuízos financeiros e de vidas humanas”. Indo além, tais eventos excepcionais podem derivar de uma relação não harmônica entre a sociedade e a planície de inundação.

Pizella (2015), ao analisar a relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica, constatou que os

espaços urbanos contribuem sobremaneira com o carreamento de fontes poluidoras dos mananciais, além de contribuir para a descaracterização do ambiente natural com loteamentos irregulares e demais equipamentos urbanos que são incompatíveis com a capacidade de suporte do meio (Pizella, 2015, p. 639).

A planície de inundação é parte da fisionomia da paisagem urbana, mas a relação entre ela e a sociedade é conflituosa, pois muitas vezes o seu papel é o de servir como depósitos de resíduos sólidos e efluentes. Para os autores,

[a] morfologia de um canal fluvial depende da interação de processos hidrológicos e geomorfológicos, [...] para entender a formação das planícies de inundação, bem como seu funcionamento, é preciso ter conhecimento desses processos de forma conjunta e compreender como eles atuam modelando a paisagem (Borges; Ferreira 2019, p. 216).

A drenagem fluvial é composta por uma rede de canais fluviais interconectados ao fluxo da bacia hidrográfica. São as diferenças topográficas que possibilitam o escoamento da água e a dinamicidade do fluxo na bacia. Isto é,

o padrão de drenagem refere-se ao arranjo espacial dos canais fluviais, que podem ser influenciados pela disposição das camadas rochosas, resistência litológica, evolução geomorfológica e declividade do terreno. [...] Outra característica a se tratar é a forma superficial da bacia hidrográfica, devido ao escoamento superficial, ou seja, o tempo de concentração a partir do início da

precipitação. [...] A fim de se entender o arranjo espacial que o leito do rio apresenta ao longo do canal classificam-se os tipos de canais fluviais em retilíneo, meandrante, anastomosado, ramificado, reticulado e irregular (Gonçalves, 2011, p. 36).

Para entender o leito do rio é necessário ter uma visão sistêmica dos elementos constituintes dessa paisagem – camadas rochosas, resistência litológica, evolução geomorfológica e declividade do terreno etc. (Gonçalves, 2011, p. 36). Decorrente dessa dinâmica, a estreita relação entre clima e relevo, assiste-se ao fluxo constante de água entre a atmosfera e a superfície terrestre. Para Valezio (2013), os rios, em qualquer condição, são escultores da paisagem, e isto se dá em virtude dos processos relacionados à erosão, transporte e deposição de materiais. O canal fluvial decorre do volume de água e sedimentos que nele conseguem percorrer.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da paisagem e impactos na paisagem do rio Maguari-Açú

Partindo para análise da dinâmica da paisagem urbana na área de estudo, um dos primeiros aspectos que se destacam são os tipos de impactos socioambientais que mais contribuem para alterações paisagísticas e, conseqüentemente, afetam processos ecológicos e a qualidade de vida da população. Estes impactos são perceptíveis tanto no campo quanto em imagens de satélite, com maior atenção para ocupações urbanas, supressão de vegetação e implantação de loteamentos e outros empreendimentos nas proximidades do Maguari (Fig. 2). Logo, a compreensão deste geossistema urbano revela problemas que demandam medidas mais sustentáveis, e urgentes, no planejamento e na gestão ambiental.

Com uma área de 23,88 km², a sub-bacia do Maguari-Açu é intensamente urbanizada e corresponde a cerca de 34% dos 67 km² de espaço urbanizado do município de Ananindeua, o que tem provocado profundas alterações na paisagem ao longo do rio e suas margens e compromete a qualidade ambiental do geossistema. No decorrer da pesquisa, evidenciou-se outro impacto mais recente que já intensifica todos os demais, atrelado à obra de macrodrenagem para implantação de uma via marginal chamada de Radial Norte. Esta obra se destaca na caracterização da paisagem na área de estudo, com uma série de canalizações dos cursos d'água – tanto o principal quanto os poucos afluentes que nele desaguam –, abertura de novas vias, supressão vegetal para a efetivação da obra e outras ações, e em decorrência da valorização da terra surgem novas ocupações urbanas, loteamentos e empreendimentos (Fig. 2).

Na análise morfométrica da área de estudo, evidenciou-se a morfologia típica da RMB, com terrenos de várzea-igapó (planície) e de terra firme (baixos platôs). Para jusante do Maguari-Açú, a

várzea chega a uma altitude mínima de 1 metro, e sofre influência das marés que adentram pelo furo do Maguari até por volta dos 4 m. Acima disso o ambiente é tipicamente fluvial, chegando a 6 metros de altitude. Nas áreas ligeiramente mais altas de terra firme o terreno é suave ondulado e pouco se eleva, com um máximo de 14,5 metros (Fig. 3).

Esta análise evidencia a pouca variação morfológica da área, e como o rio Maguari-Açú percorre seu leito e planície com baixo gradiente – apenas 1,67 metros de desnível por quilômetro. Ele é um rio de 2ª ordem na hierarquia fluvial, e possui alguns poucos afluentes de curta extensão (igarapés) vindos de ambas as margens, todos eles muito antropizados pela urbanização (Fig. 3). Porém, é preciso ressaltar que as características morfológicas e hidrográficas da área se encontram atualmente muito alteradas, sendo possível que cursos d'água tenham desaparecido com o tempo. A topografia, por sua vez, é o resultado de múltiplas intervenções no terreno, como os aterramentos.

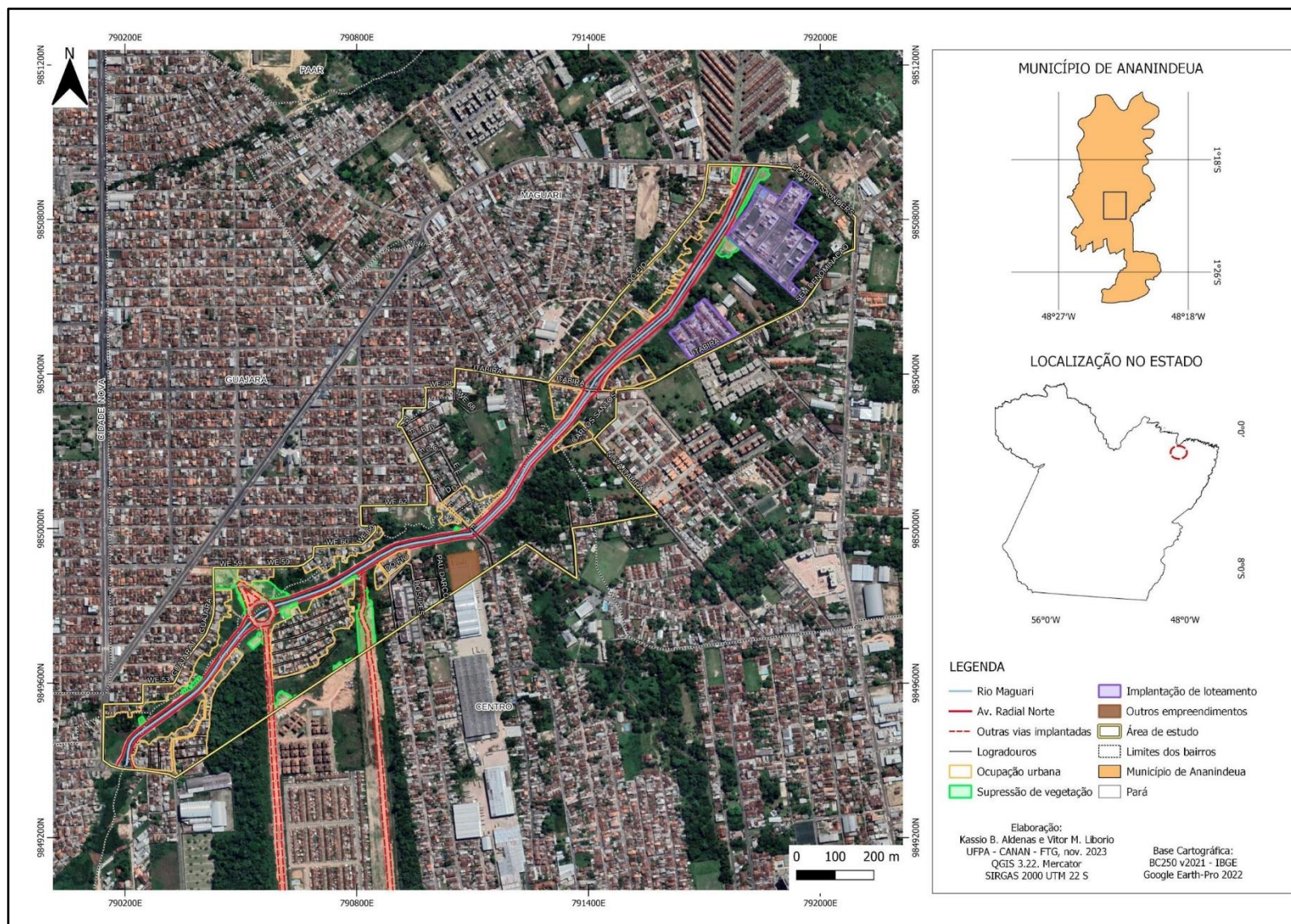
A partir das análises, compreende-se que os processos recentes ligados à dotação de novas infraestruturas e ao dinamismo do uso do solo vieram se somar a uma paisagem já fortemente urbanizada, mais que ainda guardavam resquícios de ambientes naturais – ou seja, o geossistema fluvial do Maguari-Açú. A supressão da vegetação, especialmente, removeu praticamente toda a mata ciliar que existia, convertendo o canal em um rio urbano plenamente.

Assim, percebe-se que diante da caracterização da paisagem do rio Maguari-Açú, configura-se um geossistema urbano em fase avançada de alteração por intervenções antrópicas diversas. A urbanização e todos os processos que decorrem dela tornam claro os impactos na paisagem e na dinâmica do rio, como resultado de um desequilíbrio entre o desenvolvimento urbano sobre os ambientes fluviais e a conservação dos mesmos.

4.2 Macrodrenagem Radial Norte e mudanças no uso e ocupação do solo

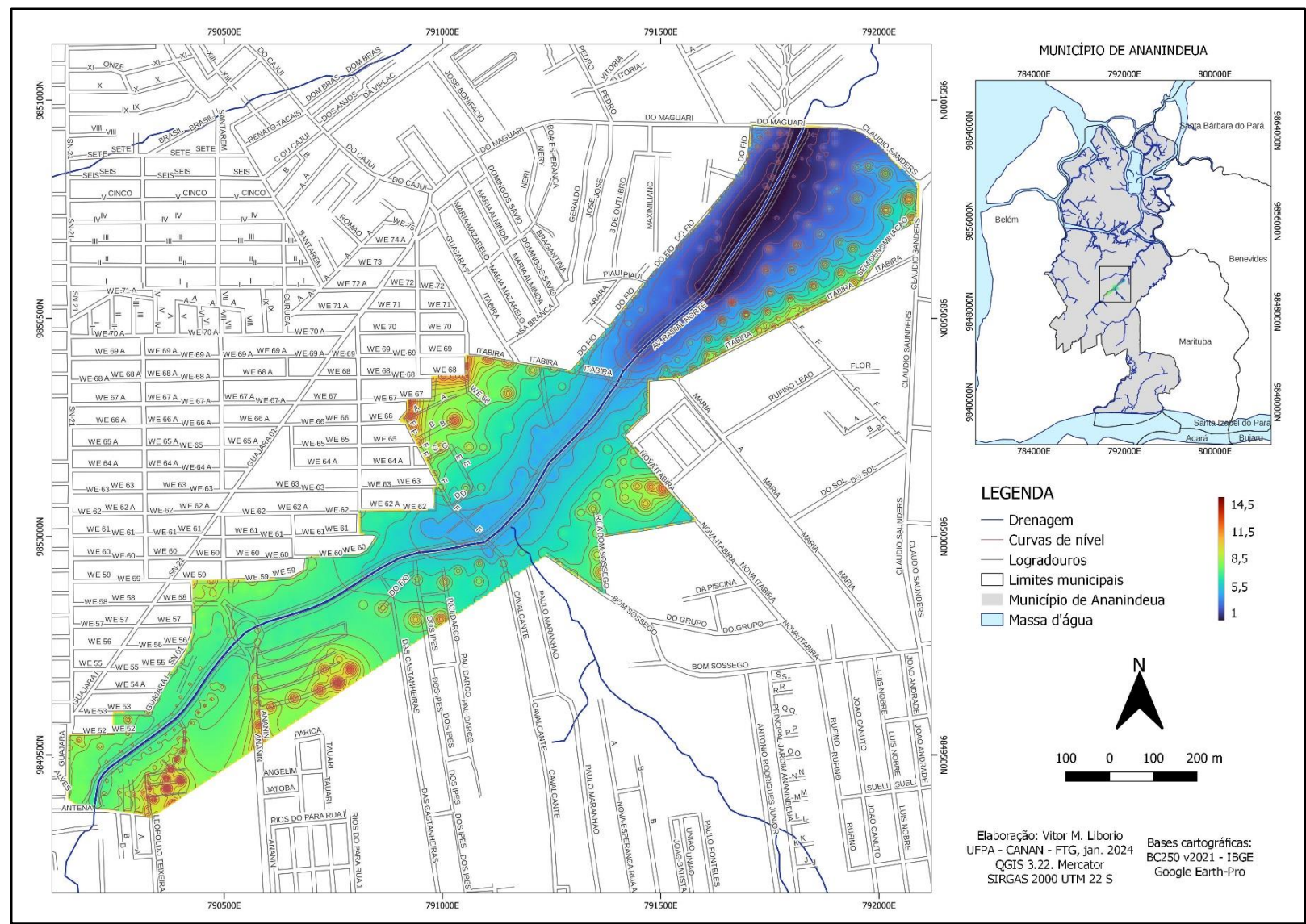
Ao se evidenciar as mudanças ao longo da área estudada, observa-se inicialmente, no ano de 2018, o aparecimento de ocupações urbanas e a supressão da vegetação para dar o ponto inicial à implementação da Avenida Radial Norte. A seguir, em 2020, com a primeira parte da obra, nota-se expansão de loteamentos e aumento nas áreas destinadas à construção de residências. Já em 2022, com a obra praticamente concluída, destaca-se a ocupação consolidada, o crescimento de novos empreendimentos e o aterramento crescente da planície fluvial. Esses aspectos, mais uma vez, confirmam a consolidação do geossistema urbano a partir da expansão do uso e ocupação do solo sobre o que restava do geossistema fluvial (Fig. 4).

Figura 2 – Mapa de caracterização da paisagem na área de estudo



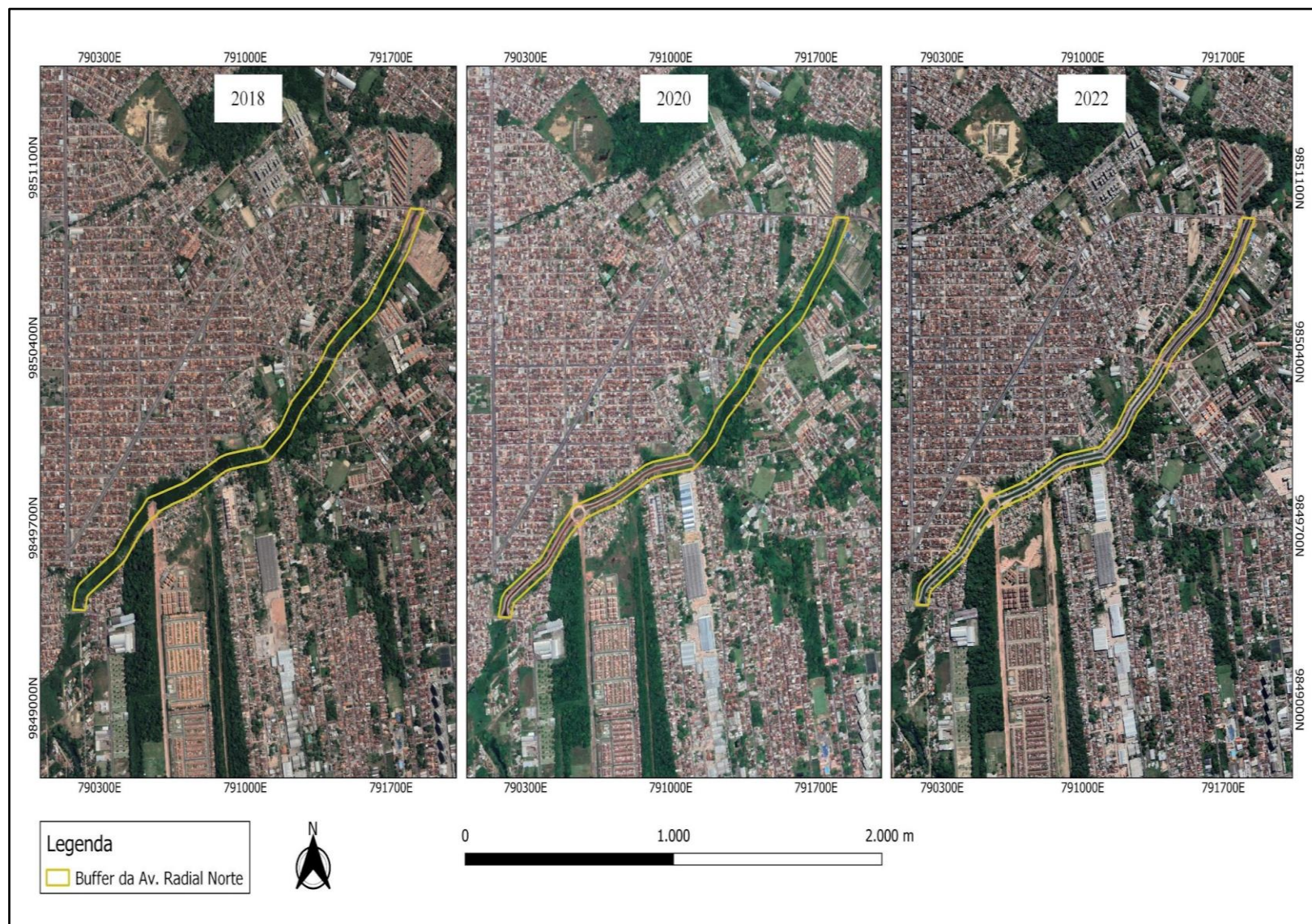
Fonte – autoria própria, 2023

Figura 3 – Mapa hipsométrico da área de estudo



Fonte – autoria própria, 2023

Figura 4 – Análise multitemporal das mudanças com a macrodrenagem Radial Norte



Fonte – Google Earth-Pro, 2023

De acordo com as informações retiradas do site da Agência de Notícias da Prefeitura de Ananindeua (2022), a obra efetuada no canal Maguari-Açu foi executada pela Secretaria de Obras. No trecho correspondente ao canal, foram feitos serviços de terraplanagem, pavimentação e outros que comprometem a dinâmica do rio e sua integridade ecológica.

A obra inclui mais de 3 km de vias implantadas, sendo dividida em duas etapas. A primeira etapa faz ligação entre os bairros Centro e Guajará, com mais de 2,3 km de extensão. Já a segunda etapa faz ligações entre ruas do município compreendendo mais de 400 metros (Ananews, 2022). Essa intervenção impacta na modificação do curso d'água e da sua planície, além de modificar a dinâmica fluvial e a qualidade da água, uma vez que as obras de canalização não incluíram serviços e infraestrutura de controle e tratamento do despejo de efluentes sólidos e líquidos. Isso era um dos aspectos mais importantes que deveriam ter sido considerados, pois a valorização da área após as obras de macrodrenagem inevitavelmente iriam desencadear mudanças na ocupação e uso do solo por meio do incremento populacional – novas ocupações urbanas e loteamentos.

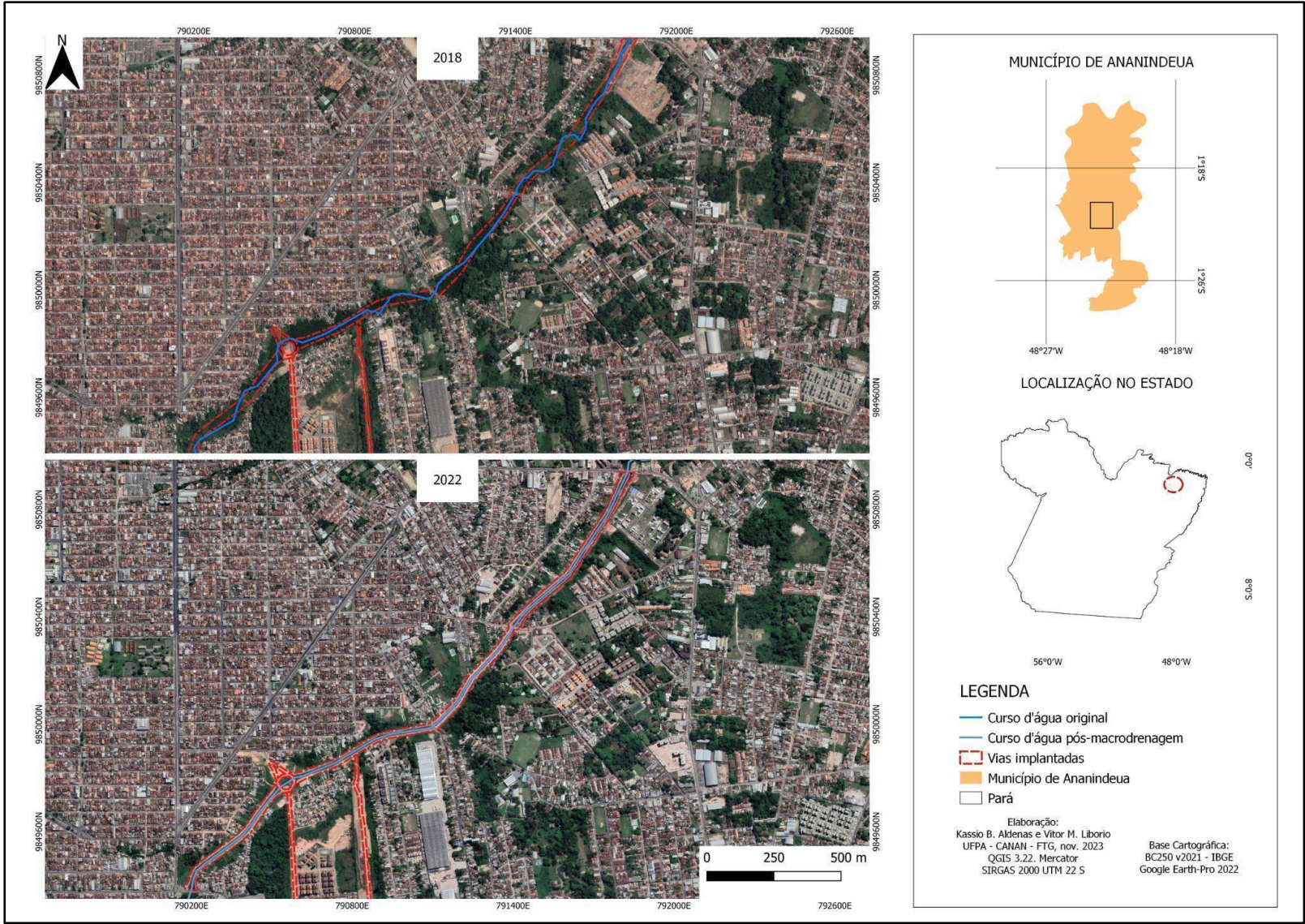
Entende-se, portanto, que a paisagem urbana torna-se cada vez mais alterada à medida que novos elementos humanos surgem. Assim, é importante que o desenvolvimento urbano atenda a um plano de sustentabilidade garantindo a preservação e/ou conservação ambiental dos geossistemas fluviais nas cidades.

4.3 Alterações na planície de inundação e canal fluvial

As modificações nos canais fluviais e na planície de inundação causadas por meio de várias e repetidas ações antrópicas podem resultar em efeitos negativos nos geossistemas fluviais, como já visto. Supressão da mata ciliar, despejo de resíduos nos corpos hídricos, aterramentos na planície de inundação e outros conduzem impactos que podem ser vistos ao longo do rio Maguari-Açu. Para a morfologia do canal e da planície fluvial, as alterações mais visíveis são a retificação do rio e o aterramento das áreas antes inundáveis, a partir de obras de terraplanagem e modificação do curso original da água. Apesar de não serem enfatizados aqui, pode-se destacar também modificações das propriedades físico-químicas da água e a perda de biodiversidade, ambas já criticamente ameaçadas.

Com isso, as mudanças no rio Maguari-Açu com o passar dos anos mostram os impactos da urbanização, com os aterramentos e canalizações. Em 2018, o canal ainda conservava o seu curso original com seu traçado quase meandrante; no entanto, em 2022 já era nítida a retificação presente e acentuada no trecho correspondente à obra de macrodrenagem, onde se implantou a Radial Norte. Esta obra modificou o curso d'água principal, a desembocadura dos afluentes e, lateralmente, as planícies de inundação (Fig. 4).

Figura 5 – Mapa da implantação da Avenida Radial Norte e mudança do curso d’água original



Fonte – autoria própria, 2023

Quando se considera a canalização do rio Maguari-Açú, a paisagem alterada torna-se ainda mais evidente, tendo em vista que se comparar o curso d'água original ao que é encontrado hoje, percebe-se que o geossistema passou por uma drástica modificação perdendo sua originalidade e necessitando, assim, de medidas para mitigar impactos atuais e evitar que se repitam no futuro. Tanto assim que, atualmente, várias pessoas passaram a chamar o rio de Canal Maguari-Açú. A respeito de informações sobre alagamentos e inundações não se obteve resultados satisfatórios, com relatos muito vagos de moradores a respeito de eventos que ocorriam antes da macrodrenagem.

4.4 Outros impactos socioambientais

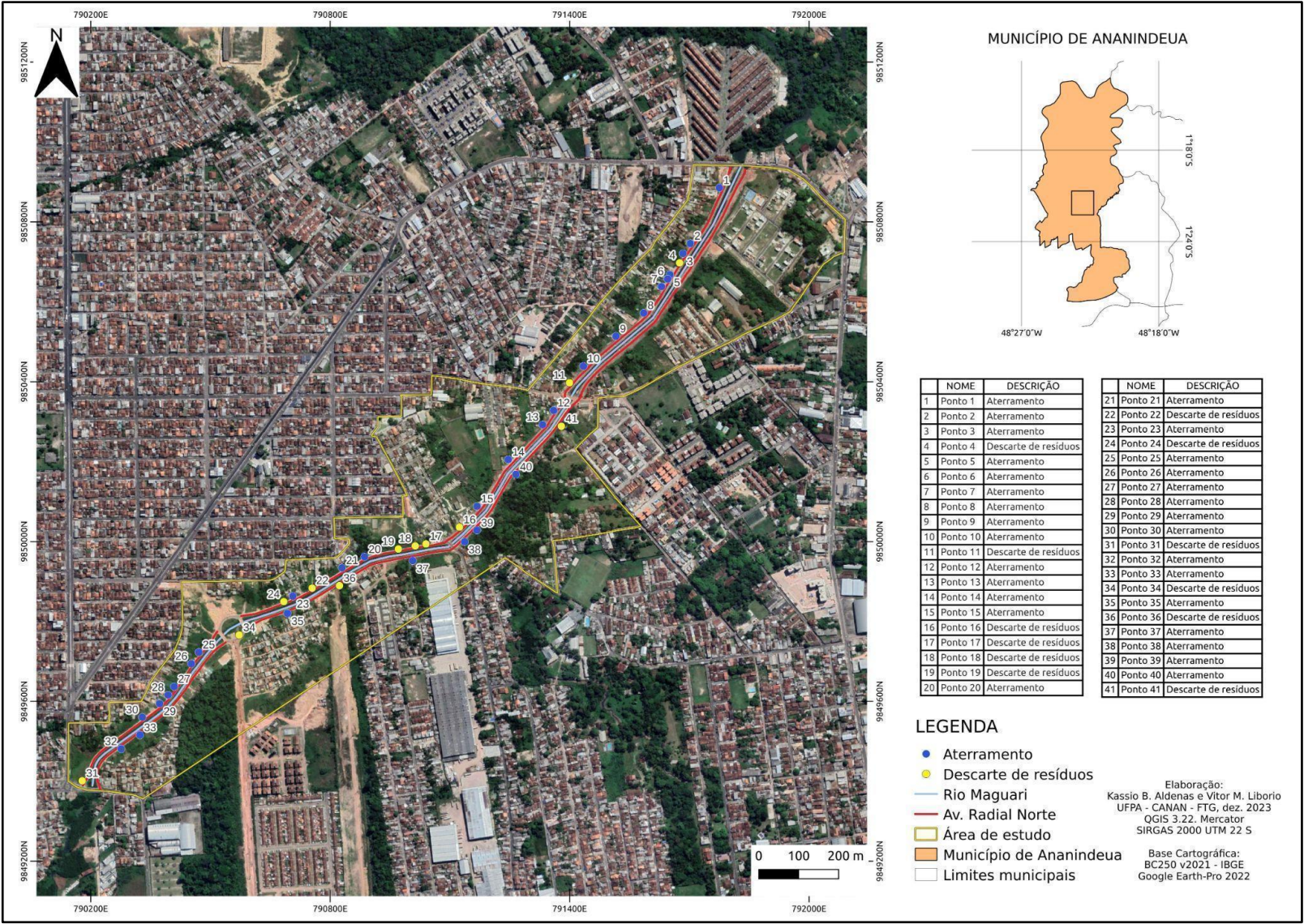
No contexto geral de alterações da paisagem na área de estudo, verificou-se ainda que o rio Maguari-Açú, especialmente no trecho correspondente ao canal retificado e de mais evidentes mudanças em sua morfologia, tem sofrido com outros impactos socioambientais significativos. A partir de visitas a campo foi possível identificar pontos críticos de aterramentos nas planícies de inundação, feitos agora não somente pela Prefeitura, mas também pelos moradores locais e por agentes ligados a comércio e serviços; e, mais ainda ou tão preocupante quanto os aterros, observou-se o descarte irregular de resíduos sólidos no entorno do canal (Fig. 5-6).

Figura 6 – Registros de impactos ambientais. A) Aterramento na planície de inundação. B) Carradas de aterros ao longo da via. C) Descarte de resíduos na planície de inundação. D) Coleta dos resíduos sólidos



Fotos – Vitor Menezes Liborio, 2023

Figura 7 – Mapa com os pontos de aterramento e despejo de resíduos sólidos



Fonte – autoria própria, 2023

Ao longo da pesquisa realizada no rio Maguari-Açu, foram identificados e mapeados com o uso de GPS o correspondente a 29 (vinte e nove) pontos de aterramento das planícies de inundação. Neste cenário, pode-se inferir que grande parte das alterações nos processos hidrológicos e na dinâmica fluvial do Maguari-Açu advêm do carreamento de material dos aterros, por despejo direto ou levados pelas águas das chuvas.

Quanto ao outro aspecto analisado, os casos de descarte irregular de lixo ao longo ou próximo ao canal, foram encontrados 12 (doze) pontos de acumulação, o que decerto está associado à falta de consciencialização ambiental e à ocupação urbana sem um planejamento adequado no local, resultando em deficiências na coleta de lixo. A localização desses pontos de lixo pelo GPS possibilita deduzir que as fontes de poluição são agentes das proximidades do rio.

Esses resultados obtidos durante as visitas ao local destacam a necessidade imediata de uma intervenção eficaz para a melhoria deste geossistema urbano. A relação entre os aterramentos, o descarte de resíduos sólidos e a urbanização requer ações com o intuito de remediar os impactos causados e promover práticas sustentáveis, o que passa pela conscientização das comunidades que vivem na área. Tornando-se, portanto, fundamental integrar os dois aspectos, tendo em vista que a educação ambiental desempenha um papel indiscutível, permitindo a compreensão da importância de preservar os ambientes fluviais e evitar que sofram com impactos negativos.

5 CONCLUSÃO

A aplicação do geoprocessamento na análise das alterações da paisagem em um rio urbano destacou-se como fator predominante para compreender as complexas interações entre as ações antrópicas e os componentes bio-físicos. Ao se explorar os impactos socioambientais e toda a gama de alterações na paisagem que foi possível identificar, torna-se evidente a importância desse tipo de estudo na busca por soluções sustentáveis, auxiliando o planejamento e a gestão ambiental das cidades. Neste sentido, a análise geoespacial proporcionou uma visão abrangente das alterações da paisagem urbana, permitindo identificar áreas afetadas por práticas inadequadas.

Dessa forma, a presente pesquisa mostrou-se fundamental para evidenciar os impactos ao longo do rio Maguari-Açu, destacando-se o equivalente a 41 (quarenta e um) pontos críticos mapeados por meio do GPS. Da mesma forma, permitindo também análises das alterações do canal fluvial devido ações antrópicas e o entendimento no uso e ocupação do solo, assim como a caracterização da paisagem urbana, encontrando pontos de supressão vegetal, ocupações urbanas e outros fatores que desencadeiam impactos. Ressaltando, por fim, a importância do monitoramento ambiental da área e a implantação de políticas públicas para mitigar os impactos, promovendo então, maior sustentabilidade ao geossistema urbano e ao geossistema fluvial em particular.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela dádiva da vida; à Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento pela disponibilização do Laboratório de Geoprocessamento e a utilização das máquinas para a realização do trabalho; e também todo o corpo de docentes e técnicos da universidade.

Expresso aqui minha gratidão aos meus familiares, especialmente à minha mãe e minha irmã, pelo constante apoio e incentivo ao longo da minha trajetória acadêmica. Agradeço sinceramente por estarem sempre ao meu lado (Kassio B. Aldenas).

Agradeço aos meus educadores e maiores incentivadores da vida, minha mãe Delma Liborio, ao meu pai Edson Liborio e meu irmão Leonardo Liborio, obrigado por tanto (Vitor M. Liborio).

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Estevão José da Silva. **Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia: estudo de caso na rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BELÉM. Ana Cláudia Martins. Macrodrenagem: um presente da pmb para os moradores de belém. Um presente da PMB para os moradores de Belém. **Cia. de Informática de Belém S/A - Cinbesa**, 2019. Disponível em: <<https://belem.pa.gov.br/app/c2ms/v/?id=1&conteudo=4069>>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BORGES, Fernanda; Ferreira, Vanderlei. Planícies de inundação e áreas inundáveis: análise comparativa dos conceitos mediante aplicação nas bacias hidrográficas do ribeirão Bom Jardim e rio das Pedras, Triângulo Mineiro. **Revista Cerrados**, v. 17, n. 1, p. 114-130, 2019.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Trad. O. Cruz - São Paulo, **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, 1972.
- CAPILÉ, Bruno. Rios urbanos e suas adversidades: repensando maneiras de ver as cidades. **Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha**, v. 5, n. 1, p. 81-95, 2015.
- CARLAN, Cláudio Umpierre. Configuração Social, Política e Econômica da Civilização Egípcia. **Revista Eletrônica www. historiaehistoria. com. br. Campinas: Unicamp**, 2009.
- CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. Livros Simon & Schuster para jovens leitores, 1858.
- COELHO, Raul Candido da Trindade Paixão; BUFFON, Iuri; GUERRA, Teresinha. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.
- CORAZZA, Jaqueline et al. **Rios urbanos e o processo de urbanização: o caso de Passo Fundo-RS**. 2008.
- DA SILVA, Márcio Luiz. Paisagem e geossistema: contexto histórico e abordagem teórico-metodológica. **Geoambiente On-line**, n. 11, p. 01-23, 2008.
- De Almeida, Lutiane Queiroz. **Vulnerabilidade Socioambientais de rios urbanos**. 2010.

GONÇALVES, Franciele. **Interações entre o ambiente físico, uso e cobertura da terra e as características físicas e químicas no canal fluvial:** a bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, Oeste Paulista (dez. 2009 – dez. 2010). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente (SP), p. 145. 2011. Disponível: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/927824>. Acesso em: 04/12/23.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Censo Demográfico 2022: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em 29/11/23

LIMA, S. do C.; ROSA, Roberto; FELTRAN FILHO, Antonio. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia-MG, através de imagens TM/LANDSAT. **Sociedade & Natureza**, v. 1, n. 2, p. 127-145, 1989.

LIU, Jingling; CHEN, Qiuying; LI, Yongli. Ecological risk assessment of water environment for Luanhe River Basin based on relative risk model. **Ecotoxicology**, v. 19, p. 1400-1415, 2010.

MACIEL, Ana Beatriz Câmara; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. **Sociedade e Território**, p. 159-177, 2011.

MELO, Vera Mayrinck. Dinâmica das paisagens de rios urbanos. **Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ANPUR. Salvador, Bahia**, 2005.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens?. **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.

MORSCH, Maiara Roberta Santos; MASCARÓ, Juan José; PANDOLFO, Adalberto. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 305-321, 2017.

DE OLIVEIRA, Alisson Medeiros; GUEDES, Jânio Carlos Fernandes; DA SILVA COSTA, Diógenes Félix. Usos e ocupações da terra na planície de inundação do baixo curso do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN). **Os Desafios Da Geografia Física Na Fronteira Do Conhecimento**, v. 1, p. 3917-3927, 2017.

PIZELLA, Denise. A relação entre planos diretores municipais e planos de bacias hidrográficas na gestão hídrica. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 635-645, 2015.

PORATH, Soraia Loechelet et al. **A paisagem de rios urbanos: A presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau**. 2004.

ROCHA, Paulo. Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 33, p. 50–67, jan./jul., 2011.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. **Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos**. 2008.

RODRIGUES, GENISSON. **Estudo da Dinâmica da Paisagem da Sub Bacia do Rio Maguari-Açu utilizando a metodologia PEIR**. 2017.

SAMPAIO, Carolina de Freitas. **Avaliação ambiental do Rio Pardo, Brasil: ênfase para Áreas de Preservação Permanente, ecossistemas aquáticos superficiais e condições físico-químicas da água**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SERRÃO, Ana Paula. Prefeitura e governo do Estado entregam primeira etapa da urbanização do Canal Maguariaçu e Toras. **Ananews**, 2022. Agência de Notícias da Prefeitura de Ananindeua. Disponível em: < <https://ananews.com.br/> >. Acesso em: 08 dez. 2023.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. **Estudo de Geossistemas. Métodos em Questão nº 16**. São Paulo: IG, USP 1977.

TOURINHO, Helena Lúcia Zagury et al. Planos Diretores do Município de Belém (PA) e a Questão dos Rios Urbanos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e591101019159-e591101019159, 2021.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

VALEZIO, Éverton. **Mudanças na tipologia do canal fluvial do córrego Tucum, município de São Pedro/SP**. Orientadora: Archimedes Perez Filho. 2013. 62 f. TCC (Graduação) – Curso de Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas (SP), 2013.