



Utilização das geotecnologias para determinação do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Murutucum em Belém-PA

Yamila Khrisna Oliveira do Nascimento Cunha¹; Hugo de Souza Ferreira²; João Batista Marcelo de Lima³; Adrilene Silva dos Santos⁴; Ângelo Bruno Batalha Silva⁵; Thiago José Costa da Costa⁶; Mauro Sérgio Rodrigues⁷

Como Citar:

CUNHA; Yamila Khrisna Oliveira do Nascimento; FERREIRA, Hugo de Souza; DE LIMA, João Batista Marcelo et al. Utilização das geotecnologias para determinação do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Murutucum em Belém-PA. Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.3376-3389, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202454217>

DOI: 10.61411/rsc202454217

Área do conhecimento: Ciências Ambientais.

Palavras-chaves: Gestão hídrica, Geoprocessamento, Gestão ambiental.

Publicado: 31 de julho de 2024.

Resumo

As bacias hidrográficas urbanas desempenham um papel crucial no planejamento territorial, promovendo a gestão ambiental e a utilização sustentável dos recursos hídricos. Manter o equilíbrio ambiental nessas áreas é vital para a qualidade de vida da população local. A bacia do Murutucum, situada em Belém-PA, abriga os principais mananciais de abastecimento da Região Metropolitana. Aproximadamente 70% de sua extensão ainda é coberta por vegetação, porém, a expansão de vias e o crescimento urbano desordenado destacam a necessidade urgente de intervenção governamental na gestão dessas novas fronteiras de ocupação. Para compreender melhor esse contexto, a pesquisa utilizou uma análise temporal usando imagens de satélite e sobrevoos com aeronave remotamente pilotada-ARP, focando especialmente nas áreas próximas aos mananciais. Esse estudo revelou o avanço da urbanização e o processo de eutrofização dos mananciais de Belém entre os anos de 1984 e 2021

¹Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação, Brasília, Brasil. ✉

²Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. ✉

³Serviço Geológico do Brasil, Belém, Brasil. ✉

⁴Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. ✉

⁵Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. ✉

⁶Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. ✉

⁷Serviço Geológico do Brasil, Belém, Brasil. ✉



Use of geotechnologies to determine land use and occupation in the Murutucum watershed in Belém-PA

Abstract

Urban river basins play a crucial role in territorial planning, promoting environmental management and the sustainable use of water resources. Maintaining the environmental balance in these areas is vital for the quality of life of the local population. The Murucutum basin, located in Belém-PA, is home to the main supply sources in the Metropolitan Region. Approximately 70% of its length is still covered by vegetation, however, the expansion of roads and disorderly urban growth highlight the urgent need for government intervention in the management of these new occupation frontiers. To better understand this context, the research used a temporal analysis using satellite images and overflights with remotely piloted aircraft - ARP, focusing especially on areas close to water sources. This study revealed the advancement of urbanization and the eutrophication process of Belém's water sources between the years 1984 and 2021.

Keywords: Water management, Geoprocessing, Environmental management.

1. Introdução

Uma bacia hidrográfica constitui-se no conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Compreender a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão facilita a interpretação e análise espacial deste ecossistema natural. [7].

A bacia hidrográfica do Murucutum está localizada na região metropolitana de Belém, a segunda mais populosa da Região Norte, com aproximadamente 2,5 milhões de habitantes. Aproximadamente 34% das nascentes dessa bacia estão situadas em áreas urbanas. Além disso, uma parte significativa da bacia abrange duas unidades de conservação: a Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belém e o Parque Ambiental de Belém [8].

Compreender as dinâmicas de uso e ocupação do solo, especialmente na bacia do Murucutum, é fundamental para preservar a qualidade ambiental e identificar potenciais impactos ao equilíbrio ecológico da região. A urbanização, frequentemente



desvinculada do meio natural, promove a construção de moradias, resultando frequentemente na modificação das características do solo por meio de aterramento e/ou remoção da cobertura vegetal pré-existente [10].

Para viabilizar esta pesquisa de forma eficiente e eficaz, foram empregadas ferramentas avançadas da área de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

O geoprocessamento pode ser considerado como o conjunto de tecnologias que integram as fases de coleta, processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, análises e produtos [11].

O uso de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada), agiliza o mapeamento das áreas em estudo, eliminando a necessidade de longos períodos de espera para captura de imagens da superfície terrestre.

O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos potenciais da ocupação desordenada em uma bacia hidrográfica urbana, situada em uma região que inclui unidades de conservação, zonas de expansão urbana e outros contextos relevantes.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Murucutum abrange uma área de aproximadamente 27,40 km² e está situada entre os municípios de Belém e Ananindeua. Nela encontram-se o Parque Ambiental de Belém e os principais mananciais de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém.

O crescimento urbano não planejado na bacia do Murucutum é uma situação que persiste há décadas, criando um cenário de graves desafios ambientais e urbanos. A ausência de um planejamento adequado tem levado ao aumento significativo nos volumes de escoamento superficial, o que, por sua vez, contribui para a ocorrência frequente de enchentes e processos de erosão. Essas enchentes não apenas danificam infraestruturas, mas também colocam em risco a segurança e o bem-estar da população

local. Além disso, a erosão acelerada degrada a qualidade dos solos e prejudica os ecossistemas aquáticos, comprometendo a biodiversidade da região.

Outro problema crítico decorrente desse crescimento desordenado é o impacto no abastecimento de água da região metropolitana de Belém. O aumento da impermeabilização do solo reduz a infiltração de água, diminuindo a recarga dos aquíferos e afetando a disponibilidade hídrica. As fontes de água potável podem ser contaminadas por resíduos urbanos e esgoto não tratado, exacerbando os problemas de saúde pública. Assim, a falta de um planejamento urbano sustentável na bacia do Murucutum não só ameaça o meio ambiente, mas também coloca em risco o abastecimento de água e a qualidade de vida da população de Belém.

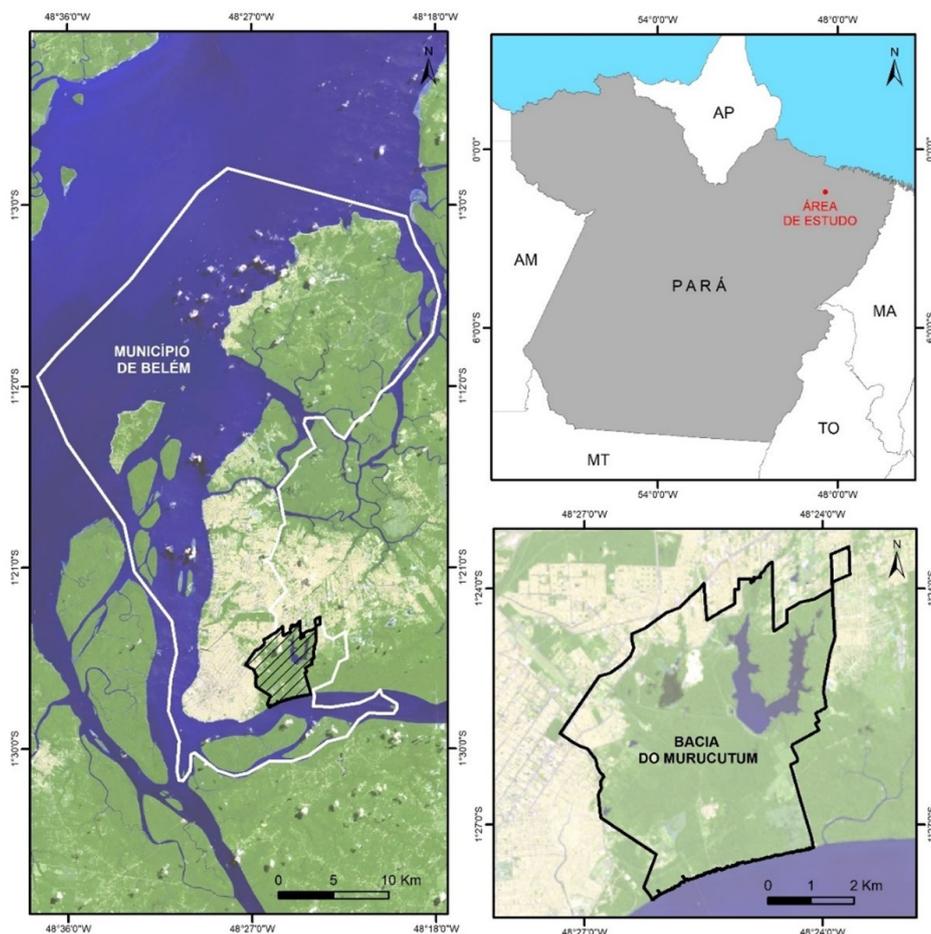




Figura 1 - Área de estudo. Fonte: Autores (2023).

2.2 Materiais

Para a construção deste trabalho foram adquiridos, material bibliográfico, artigos, teses, fontes jornalísticas de dados públicos, com o intuito de obter referencial teórico e suporte para a construção da metodologia deste trabalho.

Base cartográfica em meio digital, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; atualizada em 2021 [3]. Base cartográfica em meio digital, elaborada pela Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém - CODEM; atualizada em 2000 [1]. Todas as informações cartográficas foram obtidas em meio digital em formato *Shapefile* (.shp), de domínio público e facilmente aceitas pelos diversos sistemas de informações geográficas.

Além disso, foi utilizada uma cena do satélite Landsat 5, da órbita-ponto 222/063, sensor TM (*Thematic Mapper*), bandas 3 (0,63 – 0,69 μm), 4 (0,76 – 0,90 μm) e 5 (1,55 – 1,75 μm), da seguinte data: 27/07/1984, composição colorida 345.

Imagem Landsat 8, órbita-ponto 222/063, sensor OLI (*Operational Land Imager*), bandas 6 (1,57 – 1,65 μm), 5 (0,85 – 0,88 μm) e 4 (0,64 – 0,67 μm), da seguinte data: 02/08/2021, composição colorida 654.

As imagens foram escolhidas no período de junho a setembro de cada ano, por se tratar de um período com menor incidência de cobertura de nuvens na região amazônica. A aquisição das cenas se deu no catálogo de imagens, disponível no site do Serviço Geológico Norte Americano-USGS (disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Foram utilizados o receptor Garmin Etrex20, compatível com os sinais GPS/NAVSTAR e GLONASS, para a obtenção das coordenadas geográficas, e a aeronave ARP/Drone DJI Mavic Mini 3 [2], equipada com câmera de resolução 4K, para captura das fotografias aéreas. O software utilizado para o tratamento das informações espaciais foi o QGIS, versão 3.18.

2.3 Método

O mapeamento do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Murucutum foi realizado com o software QGIS 3.18. As imagens de satélite TM/Landsat 5, órbita-ponto 223/061 de 27/07/1984, e OLI/Landsat 8, órbita-ponto 223/061 de 02/08/2021, foram georreferenciadas utilizando pontos de controle obtidos de uma imagem de referência. Em seguida, procedeu-se à classificação supervisionada (Figura 2), onde foram identificadas três classes principais: água, vegetação e áreas urbanas.

Após a definição das classes, foi realizada a quantificação e uma análise espacial detalhada. Para validar o modelo obtido a partir da classificação supervisionada, foram coletados pontos de controle em campo, com o receptor Garmin Etrex20 e realizados sobrevoos sobre a bacia para verificar a precisão das categorias estabelecidas.

3. Desenvolvimento e discussão

Conforme observado na Figura 2, podemos analisar a distribuição geográfica da cobertura vegetal e do uso do solo na bacia hidrográfica do Murucutum nos anos de 1984 e 2021 [6], respectivamente. Os dados quantitativos estão apresentados na Tabela 1, com valores em hectares e a porcentagem de ocupação das diferentes classes de cobertura vegetal e uso da terra.

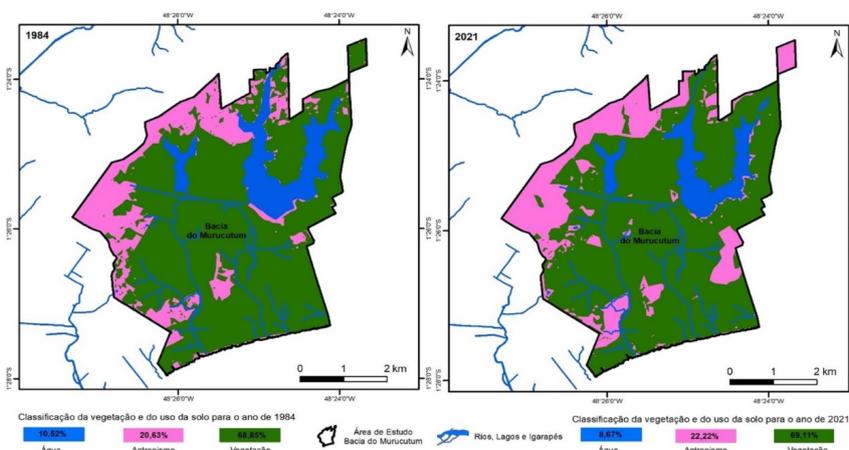


Figura 2 – Análise temporal do uso e cobertura do solo da bacia do Murucutum. Adaptado de LOPES, M. S. (2023).

Essa bacia desempenha um papel estratégico no fornecimento de água para a região metropolitana de Belém, abrangendo os lagos Bolonha e Água Preta, que são alimentados pelas águas do Rio Guamá, circundando não apenas Belém, mas também outras cidades próximas.

Além de seu papel crucial no abastecimento hídrico, a bacia também desempenha uma função significativa no equilíbrio ambiental e de serviços ecossistêmicos, evidenciada pelo mapeamento detalhado do uso e cobertura do solo. Aproximadamente 70% de sua área é coberta por vegetação.

Tabela 1 – Variação espaço-temporal da cobertura e uso do solo da bacia do Murucutum.

Classes	1984 (ha)	(%)	2021 (ha)	(%)
1. Vegetação	2136	68,85	2144	69,11
2. Antropismo	640	20,63	689	22,22
3. Água	326	10,52	269	8,67
Total	3102	100,00	3102	100,00



Figura 3 - Limite entre o Lago Água Preta e a área de pressão antrópica. Adaptado de LIMA, J.B.M. (2023)

A bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas [9], os lagos Bolonha e Água Preta, integrantes do Parque Ambiental de Belém, são os principais reservatórios de água para abastecimento da região metropolitana de Belém. É crucial minimizar ao máximo os impactos ambientais

sobre a bacia, não apenas para garantir o fornecimento de água, mas também para preservar o equilíbrio ecológico da região.



Figura 4- Lago Bolonha e a região de pressão urbana. Adaptado de LIMA, J.B.M. (2023).

As figuras 3 e 4 ilustram o processo de ocupação na área adjacente ao parque ambiental de Belém. No mapa da figura 5, é possível identificar a localização geográfica das fotografias aéreas obtidas [5].

Observa-se principalmente nas figuras 3 e 4 um processo de ocupação desordenado, acompanhado do fenômeno de eutrofização nos lagos Água Preta e Bolonha, essenciais para o abastecimento de grande parte da região metropolitana de Belém.

A eutrofização é um indicador de poluição e é causada pelo excesso de nitrogênio e diminuição drástica do oxigênio na água dos lagos, resultando na proliferação de macrófitas aquáticas.

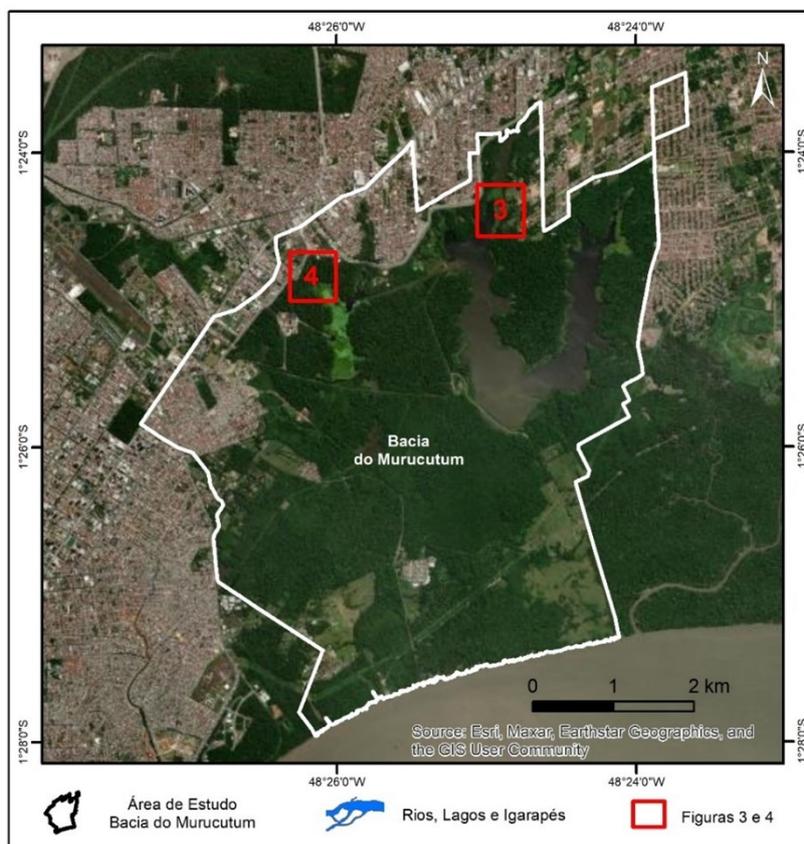


Figura 5- Levantamentos aéreos executados por ARP na bacia hidrográfica do Murucutum. Autores (2022).

4. Considerações finais

Utilizando ferramentas avançadas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, foi possível verificar um aumento significativo na ocupação desordenada nas proximidades do Parque Ambiental de Belém ao longo dos últimos 37 anos. Além disso, constatou-se que os lagos Bolonha e Água Preta estão sofrendo com o processo de eutrofização.

Entre 1984 e 2021, houve incrementos observáveis no uso do solo na bacia hidrográfica do Murucutum. No entanto, uma análise detalhada da distribuição geográfica das atividades antrópicas revela um aumento significativo da pressão nos



arredores do Parque Ambiental de Belém. Isso é atribuído à ocupação desordenada de novas áreas e ao aumento do tráfego de veículos nas vias que circundam o parque.

Outro fator que chama a atenção é o lixão do Aurá, que fica localizado dentro da bacia do Murucutum, o mesmo foi desativado em julho de 2015, porém ainda continua seu processo de degradação ambiental, é necessário conhecer melhor os impactos provocados pelo chorume produzido pelo montante de resíduos sólidos, sobre o sistema de drenagem desta bacia.

A bacia hidrográfica do Murucutum não só assegura o fornecimento de água para a região metropolitana de Belém, mas também mantendo o equilíbrio ecológico local e fornecendo serviços ecossistêmicos. Portanto, qualquer degradação dessa área acarretaria consequências significativas, incluindo escassez hídrica, mudanças na temperatura regional e perda de biodiversidade.

5. **Indicação de trabalhos futuros**

Os pesquisadores indicam uma análise da fragilidade ambiental da bacia do Murucutum e o aprofundamento da discussão sobre obras de infraestrutura que estão sendo pensadas na bacia do Murucutum para a realização da COP 30.

Verificar também a pressão exercida pelas ocupações urbanas no entorno do parque ambiental do Utinga, com monitoramento a partir de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento também poderia fazer parte do arcabouço de ações preventivas de gestão ambiental.

6. Biografias



Yamila Khrisna Oliveira do Nascimento Cunha

Possui graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, pela FACI (2010). Especialista em Avaliação de Impactos Ambientais e Geoprocessamento, pela UPIS (2013). Especialista em Geoprocessamento e Análise Ambiental, pela UFPA (2022). Atualmente é Coordenadora na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação SEDUH-DF.

<http://lattes.cnpq.br/1477069069758319>



Hugo de Souza Ferreira

Possui Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, pela FACI (2010). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, pela FAFIRE (2012). Especialista em Geoprocessamento e Análise Ambiental, pela UFPA (2022). Especialista em Educação Ambiental, pela UNAMA (2023). É mestrando no Programa Profissional de Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, (IG/PPGGRD) da UFPA. Atualmente é técnico em cartografia no Serviço Geológico do Brasil-SGB na SUREG/BE.

<http://lattes.cnpq.br/4063765495636864>



João Batista Marcelo de Lima

Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática, pela UFPA (1990), e graduação em Engenharia Sanitária pela UFPA (1994). É especialista em Instrumentos Jurídicos, Econômicos e Institucionais para a Gestão dos Recursos Hídricos, pela UFPB (2000), e em Hidrogeologia Aplicada, pela UFPA (1995). É Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental, pela UFPA (2023). Atualmente é Engenheiro Hidrólogo no Serviço Geológico do Brasil-SGB lotado na SUREG-BE.

<http://lattes.cnpq.br/4266627827140966>



Mauro Sérgio Rodrigues

Possui graduação em Engenharia Sanitária, pela UFPA (2001). Atualmente é Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil. Lotado na Superintendência Regional de Belém - SUREG-BE.

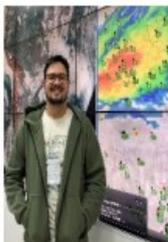
<http://lattes.cnpq.br/5010726985405921>



Adrilene Silva dos Santos

Possui graduação em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis, pela UFPA (2019). Atualmente é mestranda no Programa Profissional de Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia (PPGGRD), da UFPA. Atua como Analista Jr. de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto na empresa Santiago & Cintra/ Consultoria - SCCON, realizando atividades de monitoramento de mudanças nos biomas brasileiros.

<http://lattes.cnpq.br/5940326175052892>



Angelo Bruno Batalha Silva

Bacharel em Geografia, pela UFPA (2021); Especialista em Geografia e Meio Ambiente, pela UFPA (2022) e atualmente mestrando no Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia (PPGGRD) pela UFPA; Atua como bolsista DTI-B no Projeto DETER Amazônia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

<http://lattes.cnpq.br/5783123034229436>



Thiago José Costa da Costa

Graduado em Engenharia Ambiental, pelo IESAM (2013). Especialista em Geoprocessamento Aplicado, pela FACI (2016). Especialista em Geomedicina, pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências – UFPA (2021). Atualmente é mestrando no Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia (PPGGRD), pela UFPA. Atualmente trabalha na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará.

<http://lattes.cnpq.br/4201775670661336>



7. **Declaração de direitos**

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

8. **Referências**

1. CODEM. Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém. Base Cartográfica 2000. Disponível em: <https://codem.belem.pa.gov.br/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.
2. DJI. Shenzhen Dji Sciences and Technologies. Download de manual do usuário V1 2023. Disponível em: <https://www.dji.com/br/mini-se/downloads>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
3. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base cartográfica, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa Populacional 2021 - IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. Acesso em: 10 junho de 2023.
5. LIMA, J. B. M. Proposta de monitoramento ambiental do Parque Estadual do Utinga: Uma ferramenta para a melhoria dos serviços prestados à população da Região Metropolitana de Belém. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Belém, 2023.
6. LOPES, M. S. Seleção de alternativas para o amortecimento das águas pluviais em bacias urbanas: Proposta de uma modelagem de auxílio à decisão com



- enfoque multicritério. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade da Amazônia. Belém, 2023.
7. RIBEIRO, E. G. P. Fragilidade ambiental da microbacia do rio murucutu na Amazônia oriental. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.
 8. SANTOS, L. S.; GUTIERREZ, C. B. B.; PONTES, A. N.; SOUZA, A. A. A.; MARTORANO, L. G.; JUNIOR, O. M. S. Geotecnologia aplicada na análise de bacias hidrográficas e rede de drenagem: estudo das bacias hidrográficas do murucutu e aurá, Belém, Pará. Revista SODEBRAS, v.11, n.124, p.131-135, 2016.
 9. SEMA-SC. Secretária de Meio Ambiente de Santa Catarina. O que é uma bacia hidrográfica. 2023. Disponível em:
<https://www.aguas.sc.gov.br/servicos/duvidas-frequentes/item/19-o-que-e-uma-bacia-hidrografica/19-o-que-e-uma-bacia-hidrografica>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.
 10. SILVA, J. A. S.; RODRIGUES, J. E. D. M. uso do solo na bacia mata-fome, belém/pa: diagnóstico socioambiental com auxílio de geotecnologias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19, 2019, Santos. Anais...Santos, 2019.
 11. SILVA, F. B. Importância do geoprocessamento na fundamentação de políticas públicas. In: II Jornada Internacional de Políticas Públicas, Mundialização e Estados Nacionais, 1, 2005, São Luís. Anais...São Luís, 2005.