

Planejamento Ambiental do Reservatório do Mundaú em Garanhuns – PE: Uma Abordagem de Zoneamento Conforme a Legislação Vigente

Environmental Planning of the Mundaú Reservoir in Garanhuns – PE: A Zoning Approach in accordance with Current Legislation

Planificación Ambiental del Embalse de Mundaú en Garanhuns – PE: Un Enfoque de Zonificación de acuerdo con la Legislación Vigente

Sara Gabriela Barboza do Nascimento Silva ¹, Davyd Luam da Silva Panta², Mariza Rodrigues da Silva³, Gabriel Alan de Sousa Soares ⁴, Daniel Dantas Moreira Gomes ⁵.

¹ Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental, Garanhuns, Brasil. E-mail: Sara.gabriela@upe.br.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2098-5154>

² Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental. E-mail: deyvild.luam@upe.br.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-8866>

³ Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental. E-mail: mariza.silva@upe.br.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2178-5721>

⁴ Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental. E-mail: gabriel.alan@upe.br.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7618-7964>

⁵ Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental, Campus de Mata Norte-PE, Brasil. E-mail: daniel.gomes@upe.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6868-040X>

Resumo: Considerando o fato de que o reservatório do Mundaú é um dos maiores tanques de abastecimento da rede hídrica municipal, faz-se necessário o bom gerenciamento de seus recursos, com vistas ao uso sustentável e consciente de suas águas. Para tal finalidade, este estudo visou demonstrar áreas em inconformidades com a lei, buscando prováveis pontos de melhorias. Assim, foram constatadas grandes áreas ocupadas indevidamente, segundo a legislação vigente, por situarem-se dentro de Áreas de Proteção Permanentes (APP), principalmente, áreas utilizadas para agropecuária. Por meio de métodos de pesquisa eficientes, dentre eles o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, evidenciando os diferentes modos de ocupação do terreno na área legalmente protegida por lei, estudo revelou onde estão os lapsos protecionistas deste ambiente e sugere medidas diante do exposto.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental; Sensoriamento Remoto; Legislação.

Abstract: Considering the fact that the Mundaú reservoir is one of the largest supply tanks in the municipal water network, good management of its resources is necessary, with a view to sustainable and conscious use of its waters. To this end, this study aimed to demonstrate areas in non-compliance with the law, looking for likely areas for improvement. Thus, large areas were found to be unduly occupied, according to current legislation, as they are located within Permanent Protection Areas

(APP), mainly areas used for agriculture. Through efficient research methods, including remote sensing and geoprocessing, highlighting the different modes of land occupation in the area legally protected by law, the study revealed where the protectionist lapses in this environment are and suggests measures in light of the above.

Keywords: Environmental planning; Remote sensing; Legislation.

Resumen: Considerando que el embalse de Mundaú es uno de los mayores tanques de abastecimiento de la red hídrica municipal, es necesaria una buena gestión de sus recursos, con miras a un uso sostenible y consciente de sus aguas. Para ello, este estudio tuvo como objetivo evidenciar áreas de incumplimiento de la ley, buscando posibles áreas de mejora. Así, se constató que grandes superficies se encuentran indebidamente ocupadas, según la legislación vigente, al estar ubicadas dentro de Áreas de Protección Permanente (APP), principalmente áreas destinadas a la agricultura. A través de métodos de investigación eficientes, incluida la teledetección y el geoprocésamiento, destacando los diferentes modos de ocupación de la tierra en el área legalmente protegida por ley, el estudio reveló dónde están los fallos proteccionistas en este entorno y sugiere medidas a la luz de lo anterior.

Palabras clave: planificación ambiental; detección remota; legislación.

1. Introdução

Os ambientes têm sido constantemente modificados nas últimas décadas, onde Pereira e Silva (2009) apontaram que isso ocorre para atender às demandas sociais criadas pelo crescimento das cidades, o que de acordo com Agostinho et. al. (2005), pode variar de acordo com a região e suas tendências comportamentais. Assim subentende-se que uma área que possui agricultura e pecuária mais dinâmica apresenta capacidade de degradação mais atenuada em relação às áreas que menos dinâmicas economicamente.

As áreas ocupadas por lagos e reservatórios artificiais que comportam abastecimento público possuem legislação própria de acordo com o novo código florestal brasileiro. Onde dispõe pela lei de 12.651 /2012 do seguinte artigo e inciso:

“ Art. 5^o Na implantação de reservatório d’água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.

§ 1^o Na implantação de reservatórios d’água artificiais de que trata o caput, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente.”

Em contrapartida ao sobreposto anteriormente, grandes áreas cobertas por águas continentais são intensamente ocupadas pela população justamente por fornecer amparo hídrico para agricultura e pecuária intensiva o que gera, segundo Stein (2024) um estado de estresse hidrológico no ambiente.

Com o intuito de melhor apurar questões específicas a respeito do uso indevido de áreas utilizadas indevidamente, faz-se emprego das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento

Por meio destas prerrogativas, tem-se como objetivo analisar o Reservatório do Mundaú e a importância da sua conservação para o município de Garanhuns/PE, sob a óptica do planejamento ambiental na área do seu entorno, utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas).

A utilização de ferramentas digitais em ambientes SIG aprimoram as técnicas de zoneamento e planejamento ambiental de forma a contribuir para um trabalho mais eficaz, como Jacintho (2003) afirmou, desde a atualização da Agenda 21 composta em 1992, a importante contribuição do geoprocessamento já era citada.

2. Área de Estudo

O Reservatório do Mundaú está localizado no município de Garanhuns, (figura 1), que por sua vez localiza-se na Região de Desenvolvimento (RD) Agreste Meridional do Nordeste Pernambucano. Ele encontra-se a uma altitude de 716 m, entre as coordenadas 08°56'47''S e 36°29'33''W. Moura et al. (2007) indicam que se trata de um reservatório eutrófico e de acordo com a APAC (2024) sua capacidade de acumulação é de 1.968.600,00 m³, tendo como uso principal o abastecimento humano.

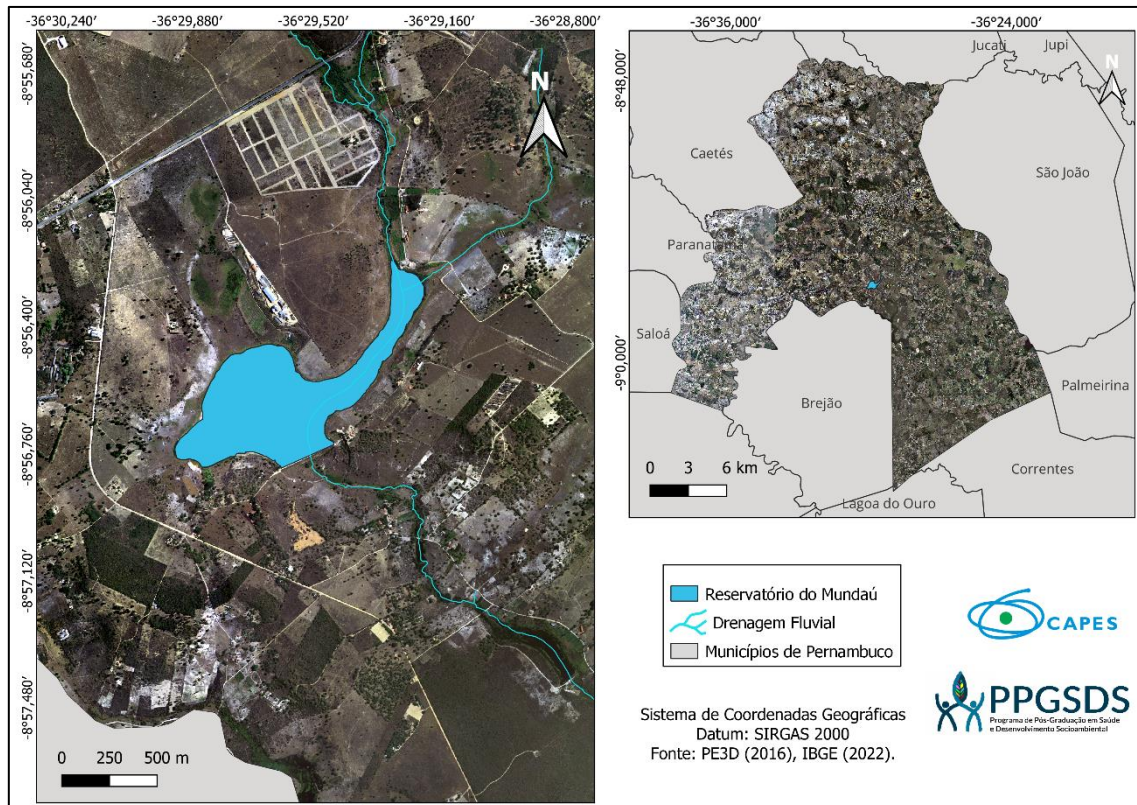


Figura 1: Localização do Reservatório do Mundaú em Garanhuns/PE. Fonte: Autores, 2024.

Garanhuns/PE destaca-se por ser uma cidade polo e concentrar uma parte considerável dos equipamentos que constituem a RD da qual pertence, como hospitais geral e regional; gerências regionais de saúde e educação, polos universitários, entre outros. O que atrai pessoas de vários municípios vizinhos, possuindo mais de 142 mil habitantes de acordo com o último censo do IBGE (2022).

Em relação aos aspectos biofísicos da área, sua altimetria está em evidência por atingir mais de 1.000m. Outra característica marcante é a abundância de nascentes de rios importantes para todo o estado Pernambucano como o Mundaú e o Canhoto. As classes clinográficas (figura 2) apresentam áreas planas na porção norte do município e montanhosas a sudeste. Já no centro do município, próximo à cidade, nota-se a presença de clinografia escarpada.

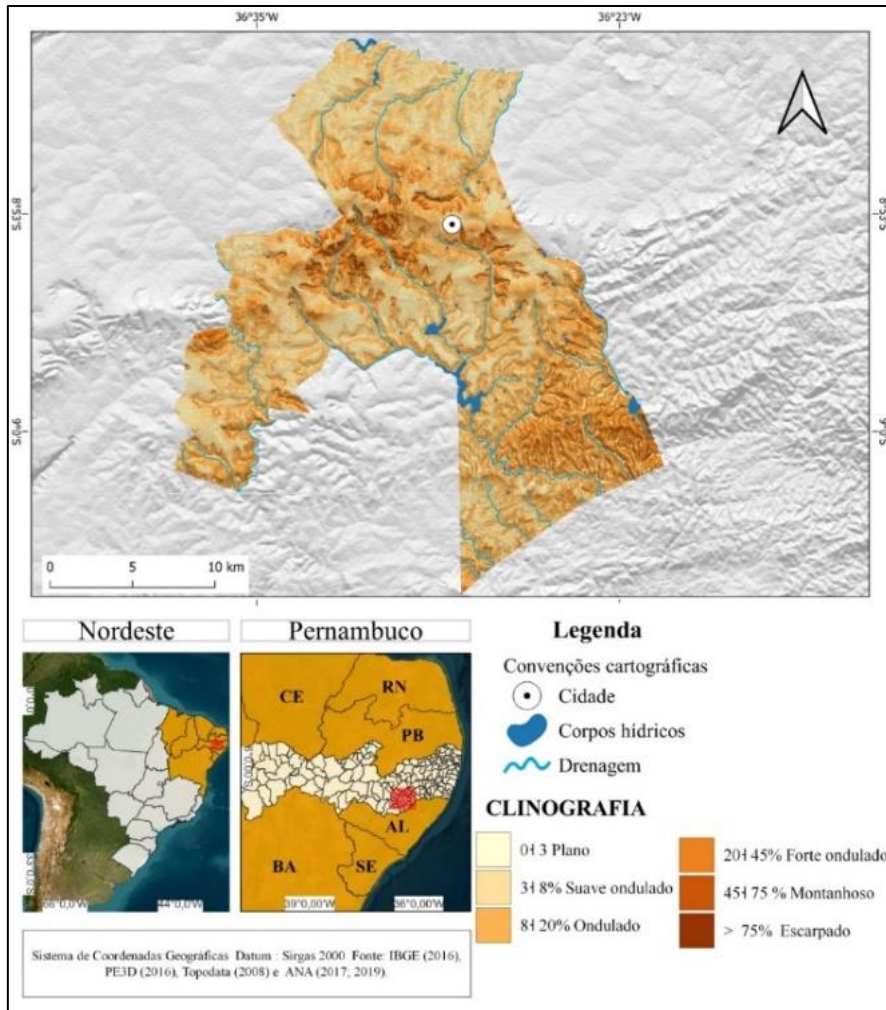


Figura 2: Mapa de classes clinográficas do município de Garanhuns/PE. Fonte: Autores, 2024.

Alexandre, Candeias e Gomes (2021) apontam que esse município também possui algumas áreas que são extremamente afetadas pela erosão linear, a qual dá origem a feições como ravinas e voçorocas que se localizam próximas a agrupamentos urbanos e ameaçam a vida e segurança de muitos garanhunenses.

Os aspectos pedológicos do município (figura 3) denotam solos profundos na área central (Latosolo Amarelo), a qual abrange a cidade, o qual é propício para o desenvolvimento de cultivos por se tratar de um solo agricultável. Já na porção norte de Garanhuns, encontram-se Neossolos Regolíticos, os quais limitam a prática da agricultura intensiva por se tratar de solos jovens e rasos. Há também a presença de Argissolos em Garanhuns, esses são naturalmente pouco férteis e precisam de um manejo apropriado para que a sua degradação seja evitada. (LEPSCH, 2021).

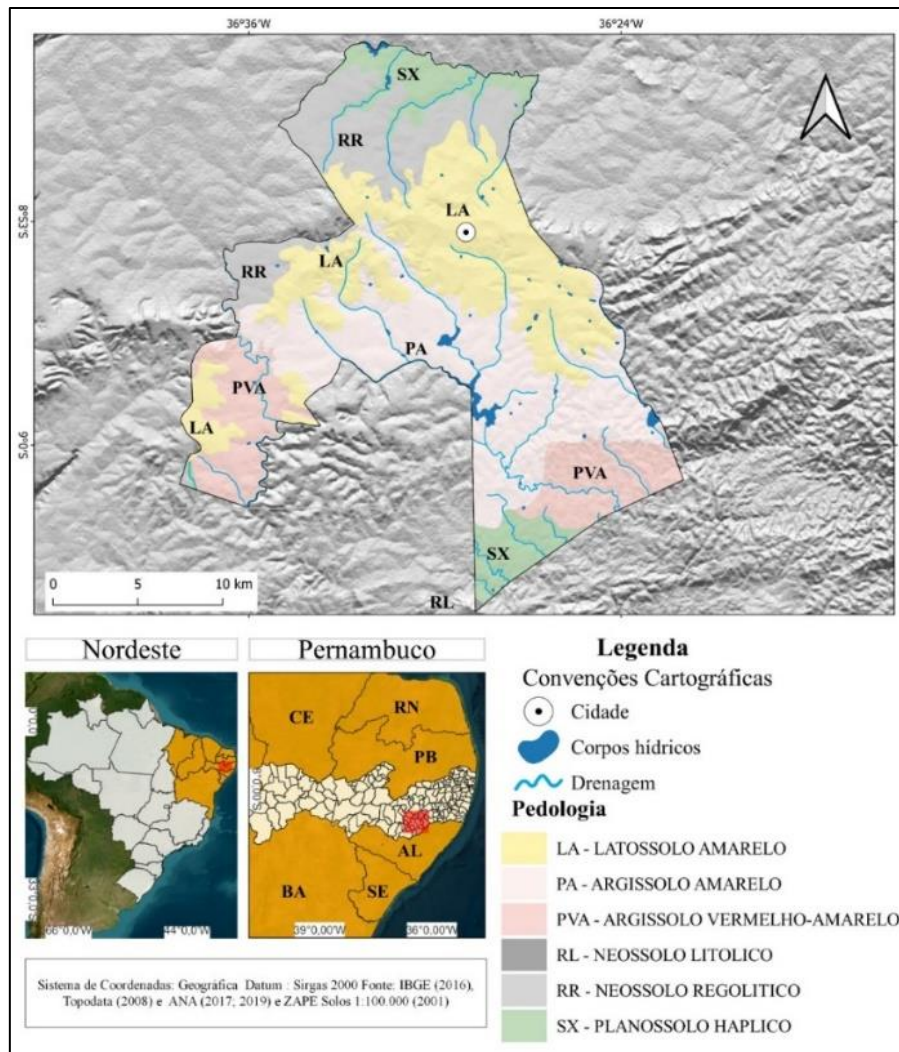


Figura 3: Mapa pedológico do município de Garanhuns/PE. Fonte: Autores, 2024.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa deu-se em três momentos envolvendo análise e interpretação da base de dados utilizada no estudo. O carácter espacial da pesquisa associa-se a interpretação da cobertura e uso da terra, identificando o comportamento biofísico da cobertura e os respectivos usos da terra.

Para isso, foram utilizados a base de dados do google satélite, disponibilizados na via plugin QuickMapServices, e a cena do sensor superdove na plataforma PlanetScope na data 14 de julho de 2023, além disso, utilizou-se do banco de dados da Agência Nacional da Água (2017), considerando a delimitação dos massa d'água na escala de 1: 500.000. A produção de informações deu-se através do software Qgis 3.28.3

Os procedimentos adotados atestaram avaliação da Área de Preservação Permanente para reservatório artificiais de acordo com a formativa lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, considerando a dimensão de 100 metros máximos de margem como área de garantia de conservação da vegetação circundando o reservatório, com fins de preservação e conservação mantendo a qualidade desse recurso.

A produção cartográfica teve início com a delimitação da APP através da ferramenta Buffer com distância de 100m da margem circundante do reservatório, como dado de entrada para metragem utilizou-se o arquivo Shapefile da ANA. Em sequência, realizou-se dois procedimentos: I) mapeamento da cobertura e uso da terra e II) Produção do índice de vegetação;

No primeiro momento, a partir da imagem do google satélite foi efetuada a vetorização em tela da cobertura e uso da terra, para isso considerando aspectos de textura e cores da imagem como parâmetro, tendo adotado o Manual técnico de Uso e cobertura da Terra disponibilizado pelo IBGE (2013),

No segundo momento, aplicou-se o índice de vegetação que possibilita identificar sob parâmetro biofísico da cobertura, informando aspectos sobre biomassa, vigor vegetativo, área foliar, cobertura da terra dentre outros. Para análise, se fez uso do Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), proposto por Rouse et al (1973), onde emprega as faixas espectrais do infravermelho próximo e vermelho indicando uma diferenciação entre as bandas, expressando a assinatura espectral da cobertura. Destacando assim, a atividade fisionômica em termos de densidade. O cálculo do NDVI pode ser visualizado na Eq. 1.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \tag{1}$$

Onde:

NDVI: Índice De Vegetação Por Diferença Normalizada

Nir : Infravermelho Próximo

Red: Vermelho

Por fim, a base cartográfica elaborada proporcionou diagnosticar a atual situação da APP, mensurando as métricas em área ocupada pelas classes presentes no local. Tendo as informações organizadas no software Qgis onde foi elaborado o layout dos mapas finais.

3. Resultados

3.1 Uso e Ocupação da Terra

O mapa de uso e cobertura da terra referente ao Reservatório do Mundaú (figura 4) aponta um protagonismo da agropecuária em todo o seu entorno. Essa prática é vista também circundando pequenos trechos de áreas urbanizadas e com vegetação arbórea/arbustiva.

Essa vegetação, também conhecida como mata ciliar, é responsável por proteger os cursos hídricos e o solo contra assoreamento, poluição e erosão. Porém, como pode-se evidenciar, ela perdeu espaço para a expansão agrícola e urbana, as quais concentram atividades econômicas importantes para o município, mas agridem severamente o equilíbrio ambiental desse geossistema.

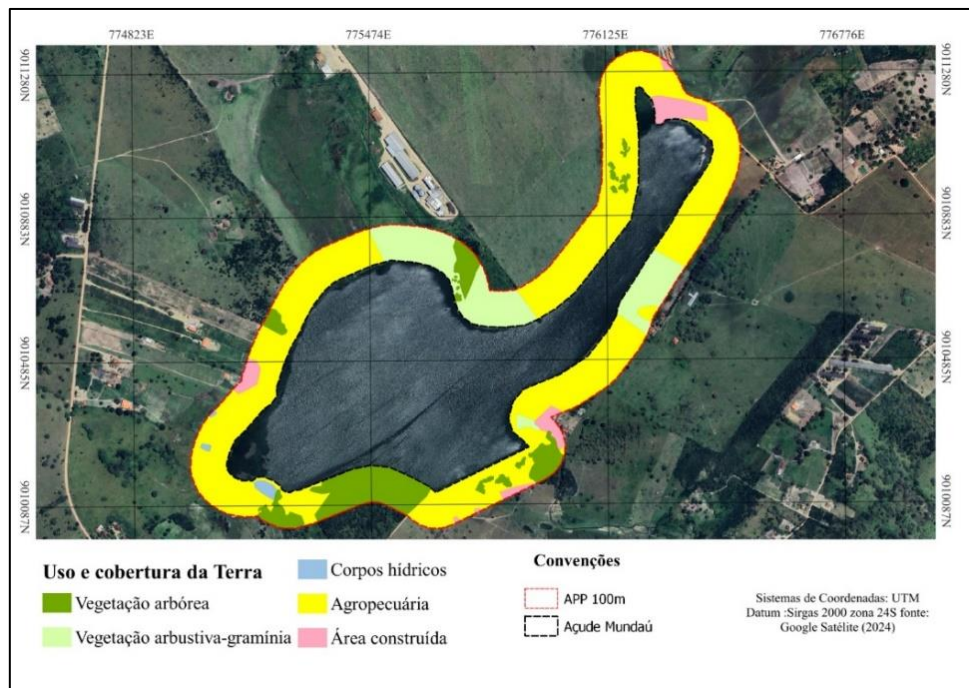


Figura 4: Mapa de uso e cobertura da Terra na APP do Reservatório do Mundaú. Fonte: Autores, 2024.

Com base nisso, elaborou-se a tabela 1, a qual contém as métricas de cada tipo de uso e cobertura presentes no local abordado. Ela confirma que a agropecuária ocupa mais da metade (aproximadamente 68%) da área que deveria ser/estar protegida permanentemente.

Cobertura e uso da terra	m²	%
Vegetação Arbórea	58.715	13,01
vegetação arbustiva-gramínia	64.504	14,3
Corpos hídricos	2.725	0,6
Agropecuária	30.5922	67,8
área construída	19.336	4,29
Total	451.202	100

Tabela 1: Métricas dos tipos de uso e cobertura da terra na APP do Reservatório do Mundaú. Fonte: Autores, 2024.

3.2. Índice de vegetação e a situação fisionômica da cobertura

A resposta espectral dos alvos inseridos na área de APP demonstra uma condição de biomassa baixa, destoando da condição ambiental necessária a garantir do melhor aproveitamento do reservatório a serviço da função de abastecimento.

Desse modo, a Figura 5, expressa a partir do NDVI e composição falsa-cor o predomínio de valores de baixa intensidade ocupando locais próximo as margens. Junto a isso, como apresentado na Figura 04, ocorre o predomínio de atividades produtivas, indicando perturbações na faixa destinada a preservação.

A situação atual da APP pode ser corroborada ao identificar as variações de intensidade do índice de vegetação. A ausência de homogeneidade dos pixels informa a ausência de continuidade da cobertura vegetal, além da dominância de dosséis esparsados. Sobre essa realidade, uma série de implicações podem ser destacadas dentre essas: o aumento do potencial de assoreamento por erosão das margens e a contaminação do reservatório pelo uso de insumos químicos na agricultura, tendo como consequência a perda da qualidade dos recursos hídricos e capacidade de armazenamento.

Ao avaliar o NDVI como um dos parâmetros para predição da qualidade da água, Vieira e Cristofaro (2024) reforçam essas possíveis implicações ao afirmarem que além dos diferentes tipos de uso do solo, as condições da vegetação acabam influenciando no escoamento superficial, o que também afeta a qualidade hídrica.

O índice de vegetação responde como indicador biofísico permitindo interpretar a respostas dos alvos no momento de imageamento, condição que permite diagnosticar as nuances da dinâmica da cobertura, em específico ao açude mundaú, visualiza-se a inexistência de proteção. Outro ponto que merece destaque é a alta intensidade espectral, condiz ao vigor vegetativo elevado. No entanto, significaram área com coberturas cultiváveis, ou seja, sem fins à preservação.

Somado a isso, as áreas mapeadas com uso agropecuário possível de observar na composição falsa-cor. Denota um carácter temporário de cultivo/ pastagem natural, a respeito disso, a exposição do solo mesmo que temporariamente (devido ao ciclo de cultivo), acabam estando sobre condição morfodinâmica pronunciadas quando há ocorrência de chuvas torrenciais (primavera-verão).

Portanto, as questões anunciadas confirmam a relevância do uso de técnicas de mapeamento e índices, útil aos estudos ambientais. Permitindo além de observar visualmente, interpretar os conflitos e desacordos existentes entre a conservação/preservação e a realidade terrestre ao cenário de ocupação as margeando reservatórios hídricos.

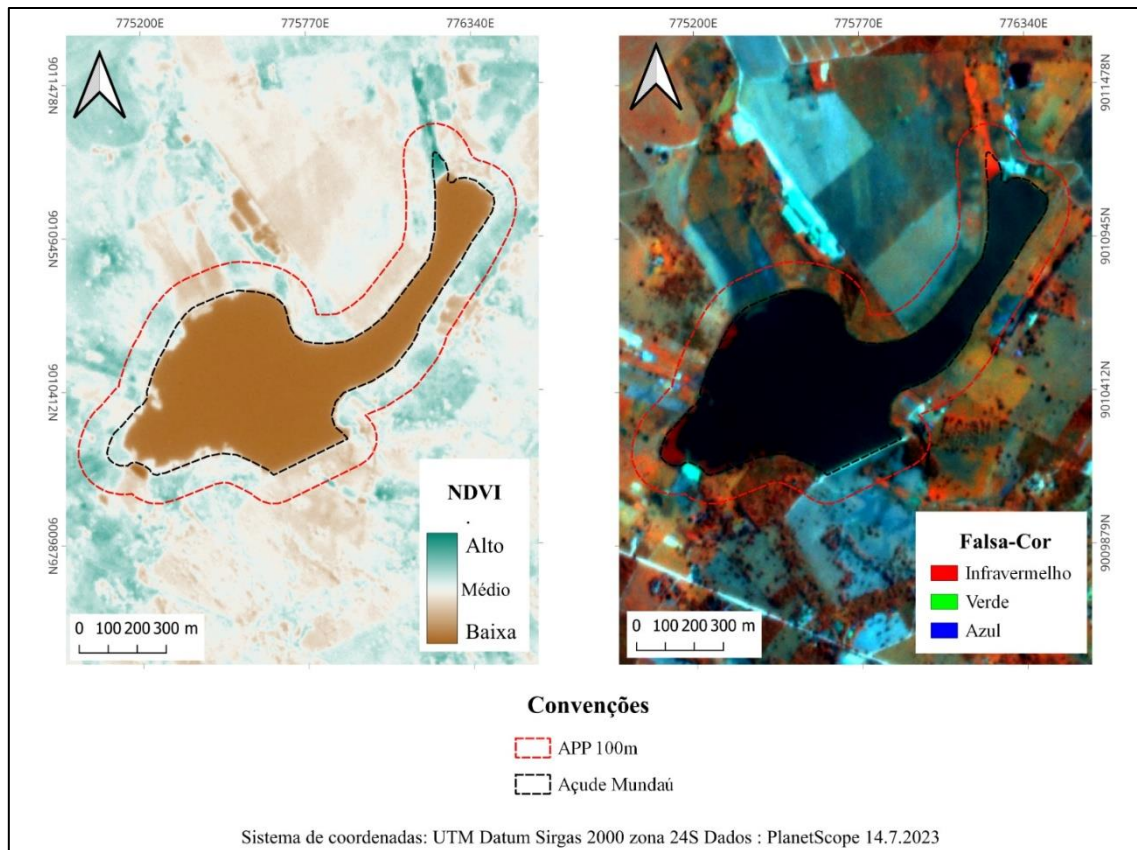


Figura 5: Índice de Vegetação e Composição R-G-B Falsa-Cor. Fonte: Autores, 2024.

4. Discussão

Conforme demonstrado na carta de uso e ocupação do terreno, as margens protegidas pela legislação estão subjugadas por assentamentos humanos, especialmente, pela agropecuária. Likens, et al. (1970) e Brown (1985) afirmam que este tipo de ocupação pode interferir na qualidade da água, pois a colheita da matéria prima cultivada pela agropecuária depende de muitos fatores de preparo do solo até o recolhimento da matéria. O uso intensivo de fertilizantes, preparadores do solo podem alterar a qualidade da água, que é utilizada para abastecimento público, bem como, as estradas e traçados construídos para manejo apropriado podem deixar o solo vulnerável a erosão laminar, que por meio do escoamento das águas pode acabar causando o assoreamento do reservatório do Mundaú.

Como expresso no mapeamento, as margens são indevidamente ocupadas, fugindo à legislação municipal, para isso, o zoneamento ambiental entra como uma ferramenta significativa para o controle de áreas como esta. Pizella (2015) afirma que esta ferramenta infere a solução de diversos problemas socioambientais, podendo agir também como agente de planejamento futuro, para o bem humano e do ambiente.

Peres e Silva (2013) afirmam que a boa estruturação do plano diretor municipal é fundamental para um bom planejamento ambiental. Promovendo legislação específica para a área em destaque. Sendo Garanhuns um município de relevo altamente dissecado devido à sua localização no Planalto da Borborema, onde foram suportadas importantes incisões devido a desequilíbrios geomorfológicos como destaca Azambuja e De Barros Corrêa (2015).

Outro fator a ser considerado é a importância desse reservatório para o abastecimento público de Garanhuns, pois ao colocar a qualidade dessa água em risco, pode afetar inúmeros habitantes que dependem dela para suas práticas diárias. E, como apontam Machado et al. (2010) algumas mudanças provocadas pelos seres humanos na natureza podem ser irreversíveis.

No entanto, de acordo com Dantas et al. (2009) afirmam que a bacia de drenagem desse reservatório recebe parte das redes de esgoto domésticos do município de Garanhuns, o que pode gerar uma série de emissões de efluentes nesse sistema e comprometer a qualidade de suas águas.

Assim sendo, consideramos de fundamental importância um planejamento eficaz por meio de práticas de zoneamento ambiental, como também, uma aplicação responsável por meio de órgãos públicos de gerenciamento ambiental.

5. Conclusões

Por meio das técnicas e procedimentos cartográficos, foi possível analisar o entorno do Reservatório do Mundaú dentro de seu buffer estabelecido enquanto Área de Preservação Permanente. A partir disso, observou-se atividades humanas e ocupações que estão em divergência com a lei para APP em reservatórios artificiais. Nesse sentido, este estudo também levantou possíveis consequências socioambientais que as interferências antrópicas podem causar levando em consideração o nível de importância que o reservatório possui para o município como fonte de abastecimento.

Apesar da inferência apontada entre o uso da terra, as condições da cobertura vegetal e a possível contaminação hídrica, esta representa uma limitação para o estudo. Para pesquisas futuras no local, a depender da disponibilidade de dados, propõe-se um trabalho de campo detalhado associado a uma análise multivariada com a utilização de parâmetros relacionados à qualidade da água.

Espera-se que os produtos gerados por esta análise possam auxiliar nas políticas públicas visando a gestão territorial e o planejamento ambiental do município de Garanhuns-PE voltados para um desenvolvimento sustentável.

Referências

1. AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.
2. APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Disponível em: <https://geoportal.apac.pe.gov.br/portal/apps/opsdashboard/index.html#/407b6eec7fc4448b94055cf02b53ebc0>. Acesso em: 30 jun. 2024. Acesso em: 30 jun. 2024.
3. ALEXANDRE¹, F. S.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M. Análise das mudanças morfológicas em escala de detalhe em voçoroca urbana utilizando perfilamento a laser e veículo aéreo não tripulado. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 02, p. 758-769, 2021.
4. AZAMBUJA, R. N.; DE BARROS CORRÊA, A. C. Geomorfologia e áreas de expansão urbana do município de garanhuns-pe: uma abordagem espaço-temporal dos eventos morfodinâmicos para o planejamento territorial. **Geo UERJ**, [S. l.], n. 27, p. 202-233, 2015. DOI: 10.12957/geouerj.2015.16739. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/16739>. Acesso em: 28 jun. 2024.
5. BROWN, G. W. Controlling nonpoint source pollution from silvicultural operations: What we know and don't know. pp. 332-333. In: Perspectives on Nonpoint Source Pollution, Proceedings of a National Conference, Kansas City, Missouri. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 1985.
6. DANTAS, E. W.; ALMEIDA, V. L. dos S.; BARBOSA, J. E. de L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. do N. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplânctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 99(2), p. 132-141, 30 de junho de 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200003>.
7. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados. Portal IBGE. Garanhuns: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
8. JACINTHO, L. R. C. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-monos, São Paulo-SP. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2003.
9. LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**, Ed. Oficina de Textos, 2021.
10. LIKENS, G. E. et al. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed ecosystem. **Ecological Monographs**, v. 40, p. 23-47, 1970.

11. MACHADO, R. R. B., PEREIRA, E, C, G., ANDRADE, L., H., C. Evolução temporal (2000-2006) da cobertura vegetal na zona urbana do município de Teresina – Piauí – Brasil. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.3, p.97-112, 2010.
12. MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DANTAS, Ê. W. & ARRUDA-NETO, J. A. T. Phytoplanktonic association: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Botanica Brasilica* v.21, n.3, p.641-64, 2007.
13. PEREIRA, K. D.; SILVA, Q. D. Morfometria: um estudo de caso da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara, São Luís -MA.2009. 10 f. TCC (Graduação) -Curso de Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2009. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0207.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.
14. PERES, R. B., SILVA, R. S. Análise das relações entre o Plano de bacia hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão. **Sociedade & Natureza**, v.25, p.349-362, 2013.
15. PIZELLA, D. G, 2015. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. *Ambiente & Água*, 10, p.635-645.
16. ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: **EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM**, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1973. v. 1, p. 309-317.
17. STEIN, Bruna. Como equilibrar a demanda por água entre a agropecuária e a população? Revista: The Nature Conservancy. 2024.
18. VIEIRA, F.R.; CHRISTOFARO, C. Contributions of the vegetation index (NDVI) in water quality prediction models in a semi-arid tropical watershed. *Journal of Arid Environments*. V. 220, 2024, 105122, ISSN 0140-1963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105122>.